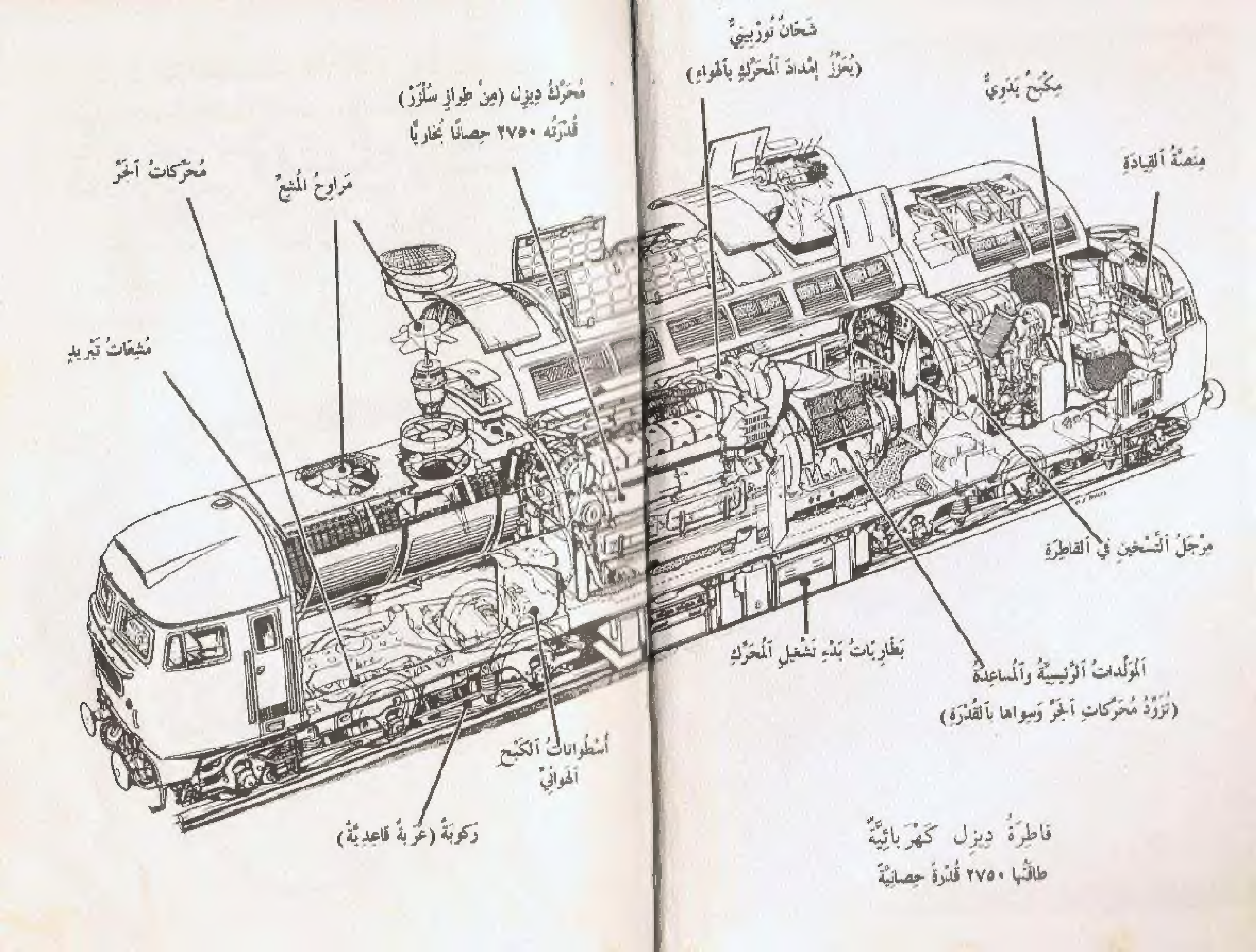

كَيْفَ تعملُ
القاطِرَة
1M13
قاطِرَة الدّيزل
والقاطِرَة الكهربائيّة
ARAB COMICS
www.arabcomics.net
OZ 00
E3170



قاطرة ديزل كهربائية
طاقتها ٢٧٥٠ قدرة حصانية

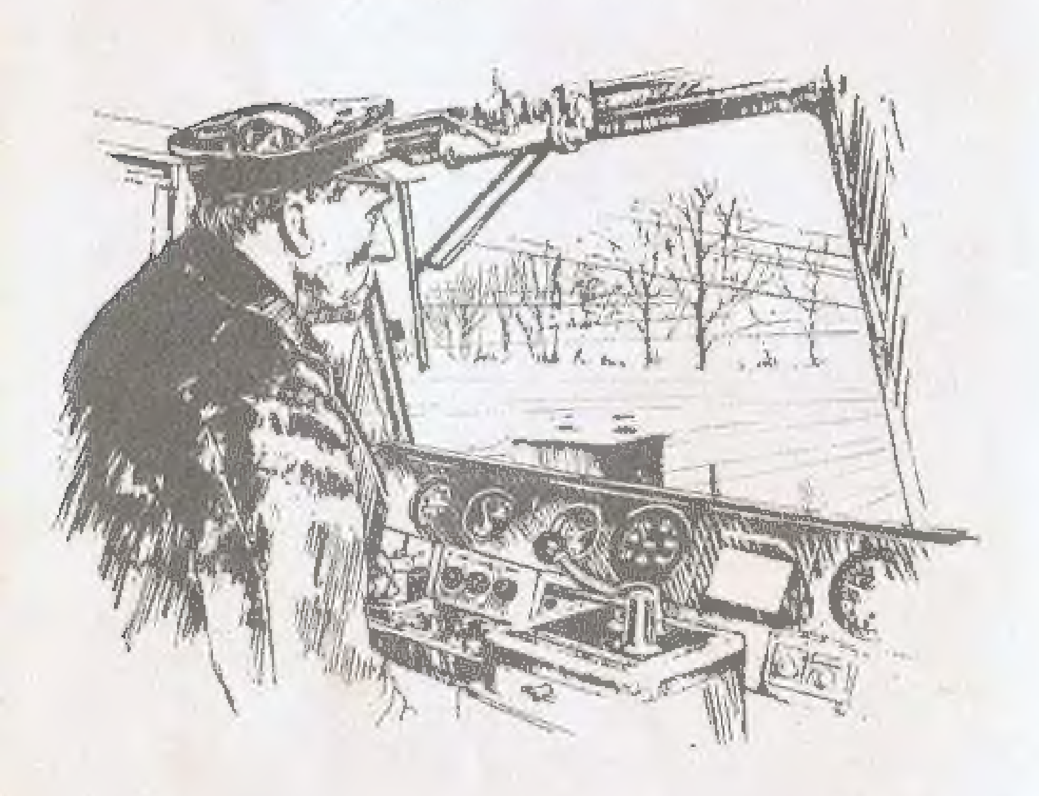
لَقَدْ وَلّى عَهْدُ ٱلقاطِراتِ ٱلبُخارِيَّةِ أَوْ يَكادُ ، وحَلَّتْ مَكانَها قاطِراتُ ٱلدِّيزِلِ وٱلقاطِراتُ ٱلكَهْرَبائِيَّةُ ٱلحَديثَةُ . وهٰذا ٱلكِتابُ يَشْرَحُ لَكَ كَيْفَ تَعْمَلُ هٰذِهِ ٱلقاطِراتُ ٱلجَبّارَةُ ، وطُرُقَ ٱلسَّيْطَرَةِ عَلَيْها وماهِيَّةَ ٱلوَسائِلِ وٱلمُعَدّاتِ ٱلَّتي تُيَسِّرُ لِلسّائِقِ في حُجْرَةِ ٱلقِيادَةِ تَوْجيهَها وٱلتَّحَكُّمَ فيها .

وسَتَجِدُ في شُروحِ ٱلكِتابِ ٱلمُبَسَّطَةِ ورُسومِهِ ٱلرّائِعَةِ أَجْوِبَةً عَنِ ٱلكَثيرِ مِمّا قَدْ يَعِنُّ لَكَ حَوْلَ هٰذا ٱلمَوْضوعِ ٱلشَّيِّقِ ، كما يُساعِدُكَ في تَعَرُّفِ أَنْواعِ هٰذِهِ ٱلقِطاراتِ ويَجْعَلُ سَفَرَكَ بِها أَكْثَرَ بَهْجَةً ومُتْعَةً .

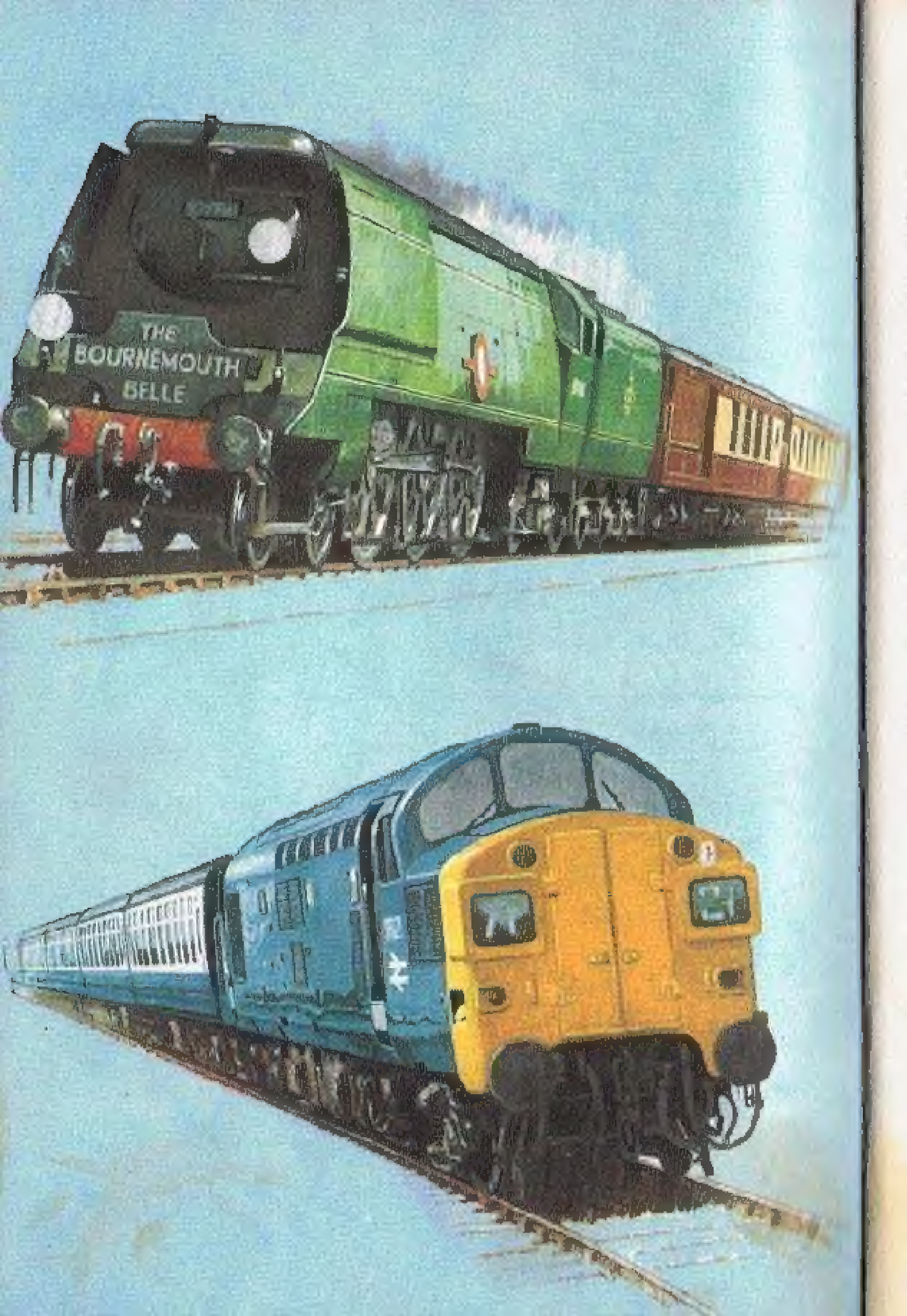
طبع في انكلترا
١٩٨٠

كَيْفَ تَعْمَل
القَاطِرَة
قاطِرةُ الدّيزِل وَالقَاطِرةُ الكَهْرَبائيَّة

تَأليف: داوُد كَاري
رُسُوم: ب. هـ. روبنسُون
نَقَلَهُ إلى العَرَبيَّة: عَلاء الدّين عابدين وَأحمد شفيق الخطيب



مَكتبة لبنان



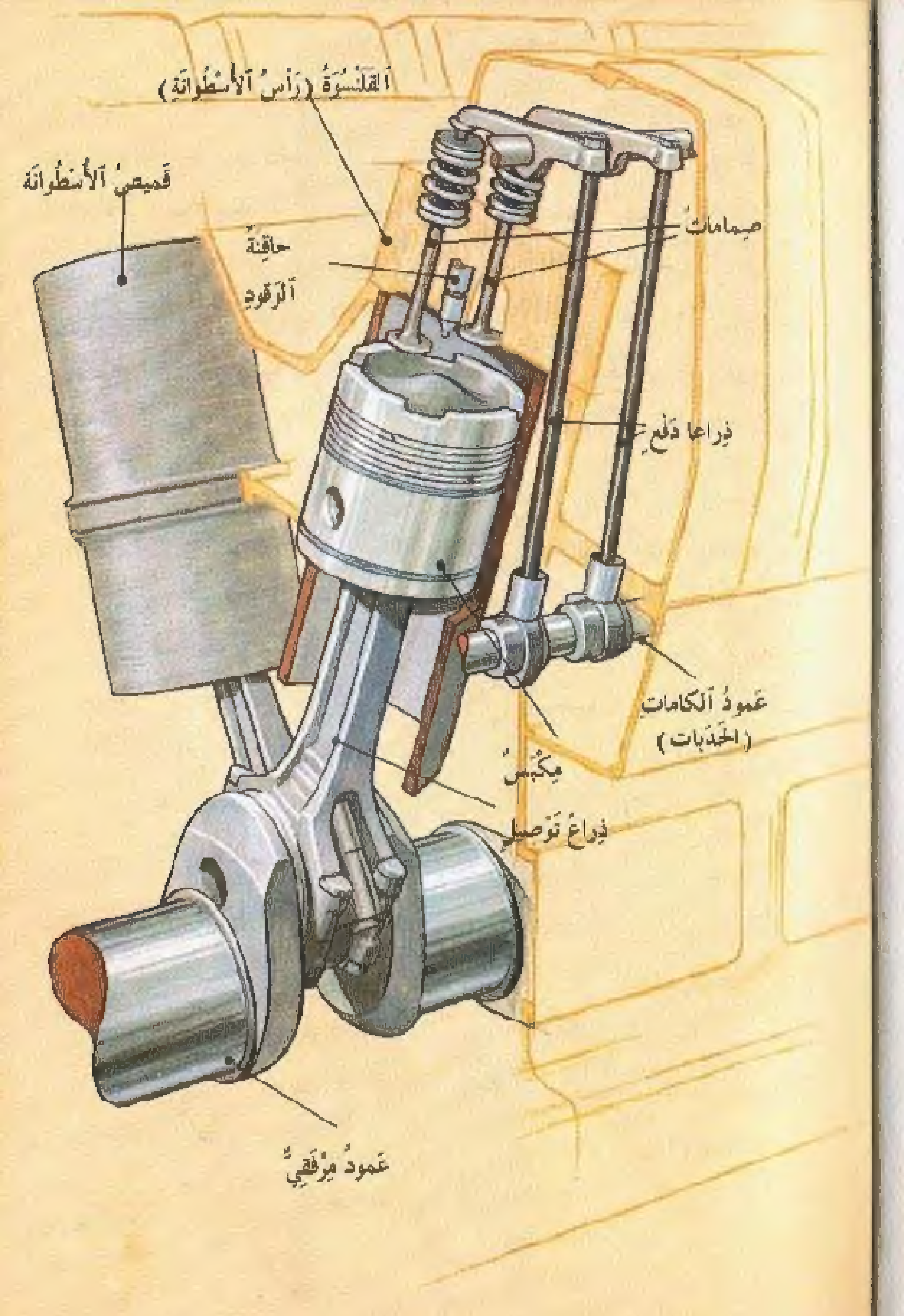
اَلتَّحَوُّلُ اَلْكَبِيرُ

اِنْقَضَى عَهْدُ اَلْقاطِراتِ اَلْبُخارِيَّةِ أَوْ يَكادُ وَحَلَّتْ مَكانَها قاطِراتُ اَلدِّيزِلِ وَالْقاطِراتُ اَلْكَهْرَبائِيَّةُ اَلْحَدِيثَةُ. وَقَدْ ظَلَّتِ اَلْقاطِراتُ اَلْبُخارِيَّةُ طَوالَ حَوالَى قَرْنٍ وَنِصْفٍ تَجُرُّ اَلْقِطاراتِ وَتُضَيِّقُ اَلْمَسافاتِ عَبْرَ اَلْبُلْدانِ وَالْقارّاتِ، حَتَّى تَعَلَّقَتْ بِها قُلُوبُ اَلْكَثِيرِينَ. وَإِنَّ اَلْمُتَحَمِّسِينَ مِنْ هُواةِ اَلْقاطِرَةِ اَلْبُخارِيَّةِ وَمُحِبِّيها لَيَشْعُرُونَ بِالْأَسَى لِغِيابِها، فَقَدْ كانَ لِجَلالِها وَخَفَقاتِها وَصَفِرَتِها اَلْمُمَيَّزَةِ وَقْعٌ مَنْسُوجٌ بِذِكْرَياتِهِمْ عَزِيزٌ عَلَى قُلُوبِهِمْ.

وَقَدْ لا تَتَمَتَّعُ اَلْقاطِراتُ اَلْكَهْرَبائِيَّةُ وَقاطِراتُ اَلدِّيزِلِ اَلْحَدِيثَةُ بِهٰذِهِ اَلْجاذِبِيَّةِ وَهٰذا اَلتَّعاطُفِ مِنَ اَلْجُمْهُورِ، وَلٰكِنَّها دُونَ رَيْبٍ أَكْثَرُ فَعالِيَّةً وَتَوْفِيرًا بِالْإِضافَةِ إِلَى أَنَّها أَهْدَأُ وَأَنْظَفُ وَأَسْرَعُ مِنْ سالِفاتِها اَلْمَجِيداتِ. كَما إِنَّ مَصْلَحَةَ اَلسِّكَكِ اَلْحَدِيدِيَّةِ وَمَرافِقَها اَلْمُخْتَلِفَةَ هِيَ لِخِدْمَةِ اَلْمُسافِرِينَ لا لِاسْتِرْضاءِ اَلْهُواةِ وَنَزَواتِهِمْ. وَسَيَكُونُ هُواةُ اَلتَّعَرُّفِ عَلَى أَنْواعِ اَلْقِطاراتِ اَلْمُخْتَلِفَةِ فِي اَلْمُسْتَقْبَلِ شِبْهَ جاهِلِينَ لِأَحْداثِ عَصْرِ اَلْبُخارِ وَإِنْجازاتِهِ اَلَّتِي أَخَذَتْ مَعالِمُها تَنْزَوِي بِسُرْعَةٍ فِي حَنايا اَلتّارِيخِ.

وَقَدْ تَتَساءَلُ يا عَزِيزِي اَلْقارِئُ كَيْفَ يَتَسَنَّى لِهٰذِهِ اَلْقاطِراتِ اَلْجَبّارَةِ جَرُّ أَحْمالِها اَلثَّقِيلَةِ مِنْ عَرَباتٍ وَمُسافِرِينَ وَبَضائِعَ عَلَى خُطُوطِها اَلْحَدِيدِيَّةِ عَبْرَ أَرْجاءِ اَلْعالَمِ اَلشّاسِعِ؟ وَكَيْفَ يَسْتَطِيعُ أُولٰئِكَ اَلسّائِقُونَ اَلتَّحَكُّمَ فِيها وَتَوْجِيهَها مِنْ حُجُراتِ قِيادَتِهِمْ؟ وَعَشَراتٌ مِنَ اَلتَّساؤُلاتِ اَلْأُخْرَى. وَسَتَجِدُ فِي هٰذا اَلْكِتابِ اَلرّائِعِ أَجْوِبَةً شافِيَةً عَنِ اَلْكَثِيرِ مِنْ هٰذِهِ اَلتَّساؤُلاتِ.

وَيُعالِجُ اَلْقِسْمُ اَلْأَوَّلُ مِنَ اَلْكِتابِ قاطِرَةَ اَلدِّيزِلِ بَيْنَما يَتَطَرَّقُ شَطْرُهُ اَلْأَخِيرُ إِلَى اَلْقاطِرَةِ اَلْكَهْرَبائِيَّةِ. وَلِكُلٍّ مِنْ هٰذَيْنِ اَلنَّوْعَيْنِ مَعالِمُهُ.



تَوْليدُ القُدْرَةِ في قاطِرَةِ الدّيزِل

قاطِرَةُ الدّيزِلِ ، كَما يُسْتَدَلُّ مِنِ اسْمِها ، مُزَوَّدَةٌ بِمُحَرِّكِ ديزِل يَمُدُّها بالقُدْرَةِ وهِيَ بِدَوْرِها تَجُرُّ القِطارَ .

ويَتَأَلَّفُ مُحَرِّكُ الدّيزِلِ مِنْ أُسْطُواناتٍ تَتَحَرَّكُ بِداخِلِها المَكابِسُ . وأُسْطُوانَةُ المُحَرِّكِ هِيَ في الواقِعِ كُتْلَةٌ أُسْطُوانِيَّةٌ مُجَوَّفَةٌ مُغْلَقٌ أَعْلاها بالقَلَنْسُوَةِ . ويَنْزَلِقُ داخِلَ الأُسْطُوانَةِ صُعودًا وهُبوطًا مِكْبَسٌ مُناسِبٌ يَتَّصِلُ طَرَفُهُ السُّفْلِيُّ بالعَمودِ المِرْفَقِيِّ عَبْرَ ذِراعِ تَوْصيلٍ .

ولِتَلافي اهْتِراءِ الأُسْطُوانَةِ داخِلِيًّا تُبَطَّنُ بِقَميصٍ مِنْ مادَّةٍ صامِدَةٍ لِلْبِلى والتَّأَكُّلِ ، وهٰذا القَميصُ يُسْتَبْدَلُ بِهِ سِواهُ بِسُهولَةٍ عِنْدَ الحاجَةِ .

ونُسَمّي حَرَكَةَ المِكْبَسِ في الأُسْطُوانَةِ ، صُعودًا وهُبوطًا ، شَوْطًا . والعَمودُ المِرْفَقِيُّ مُصَمَّمٌ بِحَيْثُ يَدورُ بِتَأْثيرِ هٰذِهِ الحَرَكَةِ ، ويَتِمُّ ذٰلِكَ بِشَكْلٍ مُماثِلٍ لانْدِفاعِ الدَّرّاجَةِ بِفِعْلِ الدَّوّاسَتَيْنِ . فَرُكْبَتا الدَّرّاجِ تُمَثِّلانِ مِكْبَسَيْنِ ، وساقاهُ ذِراعَيْ تَوْصيلٍ ، والدَّوّاسَتانِ العَمودَ المِرْفَقِيَّ . ودَوَرانُ العَمودِ المِرْفَقِيِّ هُوَ أَساسُ القُدْرَةِ الَّتي تُسَيَّرُ بِها القاطِرَةُ .

ويُجَهَّزُ كُلُّ مِكْبَسٍ بِمَجْموعَةٍ مِنَ الأَطْواقِ الحَديدِيَّةِ النّابِضِيَّةِ الَّتي تَزْلَقُ إلى حُزوزِها حَوْلَ كُتْلَةِ المِكْبَسِ بِحَيْثُ تَتَّخِذُ الثُّغَراتُ بَيْنَ طَرَفَيْ كُلِّ طَوْقٍ اتِّجاهاتٍ مُتَبايِنَةً . وتَعْزِلُ هٰذِهِ الأَطْواقُ الحَيِّزَ فَوْقَ المِكْبَسِ عَمّا دونَهُ .

وبَعْضُ مُحَرِّكاتِ الدّيزِلِ مُزَوَّدٌ بِصِمامَيْنِ أَوْ أَكْثَرَ لِكُلِّ أُسْطُوانَةٍ . وتَكونُ صِماماتُ الدُّخولِ مُساوِيَةً عَدَدِيًّا لِصِماماتِ الخُروجِ ، وهِيَ تُفْتَحُ أَوْ تُغْلَقُ بِفِعْلِ أَذْرُعِ دَفْعٍ تُحَرِّكُها حَدَباتٌ مُثَبَّتَةٌ عَلى عَمودِ الكاماتِ .

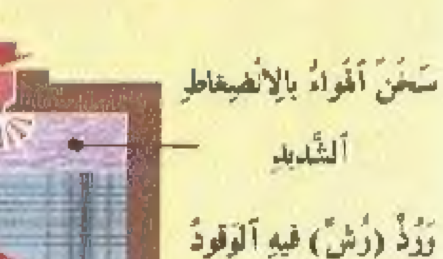
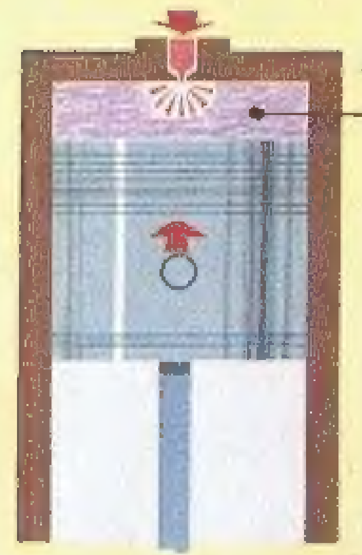
كَيْفَ يَعْمَلُ مُحَرِّكُ الدِّيزِل

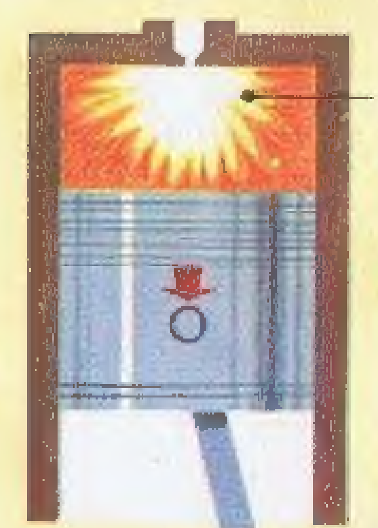
تَحْتَاجُ مُحَرِّكاتُ الدِّيزِل إلى الحَرارَةِ لِتَشْغِيلِها ، مِثْلُها في ذٰلِكَ مَثَلُ المُحَرِّكاتِ البُخارِيَّةِ . فَالقاطِرَةُ البُخارِيَّةُ تَسْتَخْدِمُ الفَحْمَ الحَجَرِيَّ الَّذي يُسَخِّنُ الماءَ في مِرْجَلِها ، ثُمَّ يُغَذَّى البُخارُ النّاتِجُ إلى الأُسْطُواناتِ فَيُحَرِّكُ مَكابِسَها جَيْئَةً وَذَهابًا . أَمّا في تَشْغِيلِ مُحَرِّكِ الدِّيزِل فَالحَرارَةُ اللّازِمَةُ تُوَلَّدُ داخِلَ الأُسْطُواناتِ ، وَيَعْمَلُ الاحْتِراقُ النّاتِجُ مُباشَرَةً في دَفْعِ مَكابِسِ هٰذِهِ الأُسْطُواناتِ . وَأَمْثالُ هٰذا المُحَرِّكِ ، الَّذي تُوَلَّدُ فِيهِ الحَرارَةُ داخِلِيًّا ، تُسَمّى مُحَرِّكاتٍ داخِلِيَّةَ الاحْتِراقِ .

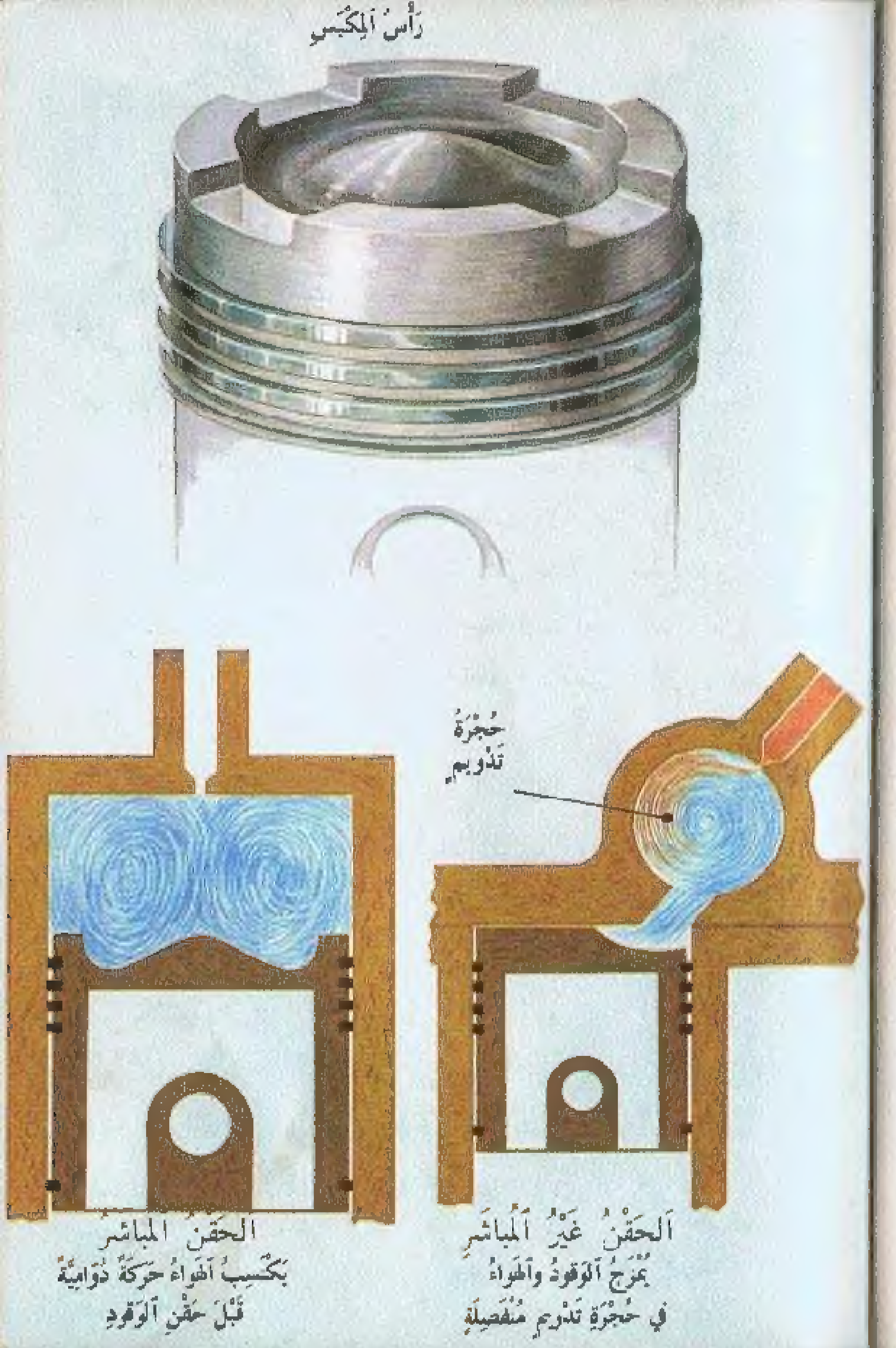
وَلَعَلَّهُ مِنَ المُفِيدِ أَيْضًا أَنْ نُجْرِيَ مُقارَنَةً أُخْرى لِمُحَرِّكِ الدِّيزِل مَعَ المُحَرِّكِ البِنْزِينِيِّ المُسْتَخْدَمِ في تَسْيِيرِ السَّيّاراتِ (راجِعْ كِتابَ «كَيْفَ تَعْمَلُ السَّيّارَةُ» في هٰذِهِ السِّلْسِلَةِ) . فَفي مُحَرِّكِ السَّيّارَةِ يُغَذّى مَزِيجُ البِنْزِينِ وَالهَواءِ إلى داخِلِ الأُسْطُواناتِ وَالمَكابِسُ في شَوْطِ السَّحْبِ (الهُبوط) ثُمَّ تَضْغَطُهُ المَكابِسُ (صاعِدَةً) في شَوْطِ الانْضِغاطِ . لٰكِنَّ الحَرارَةَ المُتَوَلِّدَةَ مِنِ انْضِغاطِ المَزِيجِ غَيْرُ كافِيَةٍ لِاشْتِعالِهِ . لِذا تُسْتَخْدَمُ شَمَعاتُ الإشْعالِ لِتَوْلِيدِ شَرارَةٍ تُشْعِلُ المَزِيجَ فَيَحْدُثُ الاحْتِراقُ .

أَمّا في مُحَرِّكِ الدِّيزِلِ فَتَضْغَطُ المَكابِسُ الهَواءَ في حَيِّزٍ بِأَعْلى الأُسْطُواناتِ حَيْثُ يُذَرُّ فِيهِ زَيْتُ الوَقُودِ (المازوت) . وَيَبْلُغُ مِنِ ارْتِفاعِ دَرَجَةِ الحَرارَةِ النّاتِجَةِ عَنِ الانْضِغاطِ أَنَّ الوَقُودَ يَشْتَعِلُ تِلْقائِيًّا دونَما حاجَةٍ إلى شَمَعاتِ إشْعالٍ . وَمِنْ هُنا جاءَتْ تَسْمِيَةُ مُحَرِّكاتِ الدِّيزِل بِالمُحَرِّكاتِ الانْضِغاطِيَّةِ الاشْتِعالِ أَيْضًا .







الحَقْنُ المباشر
يكتسِبُ الهواءُ حركةً دوّاميّةً
قبْلَ حقْنِ الوقودِ

الحَقْنُ غيْرُ المُباشِر
يُمزَجُ الوقودُ والهواءُ
في حُجْرةِ تدويمٍ منْفصِلةٍ

أُعجوبةُ الاحْتِراقِ

أشَرْنا في الصَّفحَةِ السّابِقةِ إلى ذَرِّ الوقودِ في الهواءِ المضْغوطِ في أعْلى الأُسْطوانَةِ لإحْداثِ الإشْتِعالِ : والحيِّزُ الّذي يجْري فيهِ ذٰلِكَ يُسمّى حُجْرَةَ الاحْتِراقِ. وتَصْميمُ هٰذِهِ الحُجْرَةِ في مُحرِّكِ الدّيزِل يتّخِذُ أهمّيّةً خاصّةً ، إذ إنَّ القُدْرَةَ الّتي يولِّدُها المُحرِّكُ تعْتمِدُ كُلِّيًّا على فعّاليّةِ الاحْتِراقِ. وذٰلِكَ يُسبِّبُ انْدِفاعَ المِكْبَسِ بقُوَّةٍ في شوْطِ الهُبوطِ ليُكْسِبَ العمودَ المِرْفَقيَّ حركَةً أو عزْمًا دورانيًّا . وتتوقَّفُ فعّاليّةُ الاحْتِراقِ إلى حدٍّ بعيدٍ على تماميّةِ التَّمازُجِ بيْنَ ذرورِ الوقودِ والهواءِ المضْغوطِ في أعْلى الأُسْطوانَةِ. ولِتحقيقِ ذٰلِكَ على الوجْهِ الأكْمَلِ تُصَمَّمُ حُجْرَةُ الاحتراق ورأْسُ الكبّاسِ بشكْلٍ يُكْسِبُ الهواءَ حركَةً دوّاميّةً في أثْناءِ انْضِغاطِهِ. وهٰذِهِ الحركَةُ الدّوّاميّةُ تُساعِدُ في عمليّةِ التّمازُجِ الّتي ينْبَغي حدوثُها في جُزْءٍ صغيرٍ مِنَ الثّانِيَةِ .

وينْطبِقُ الوَصْفُ الّذي أوْرَدْناهُ أعْلاهُ لِعمليّةِ التّمازُجِ على طِرازِ مُحرِّكِ الدّيزِل ذي الحقْنِ المباشِرِ ، حيْثُ يُذَرُّ الوقودُ مُباشَرَةً في موْقِعِ الاحتراقِ بأعْلى الأُسْطوانَةِ . وفي طِرازٍ آخَرَ مِنْ مُحرِّكاتِ الدّيزِل تُستخْدَمُ حُجْرَةُ تدْويمٍ مُنْفصِلَةٌ لِمزْجِ الوقودِ بالهواءِ ، ويتِمُّ الاحْتِراقُ في هٰذِهِ الحُجْرَةِ . ومِنْها تنْطلِقُ الغازاتُ المتمدِّدَةُ بعُنْفٍ إلى الأُسْطوانَةِ لِتدْفعَها نُزولًا في شوْطِ الهُبوطِ (شوْطِ القُدْرَةِ) . ويُعْرَفُ هٰذا النِّظامُ بنِظامِ الحقْنِ غيْرِ المُباشِرِ .

أَوْجُهُ الِاخْتِلافِ بَيْنَ مُحَرِّكاتِ الدِّيزِل

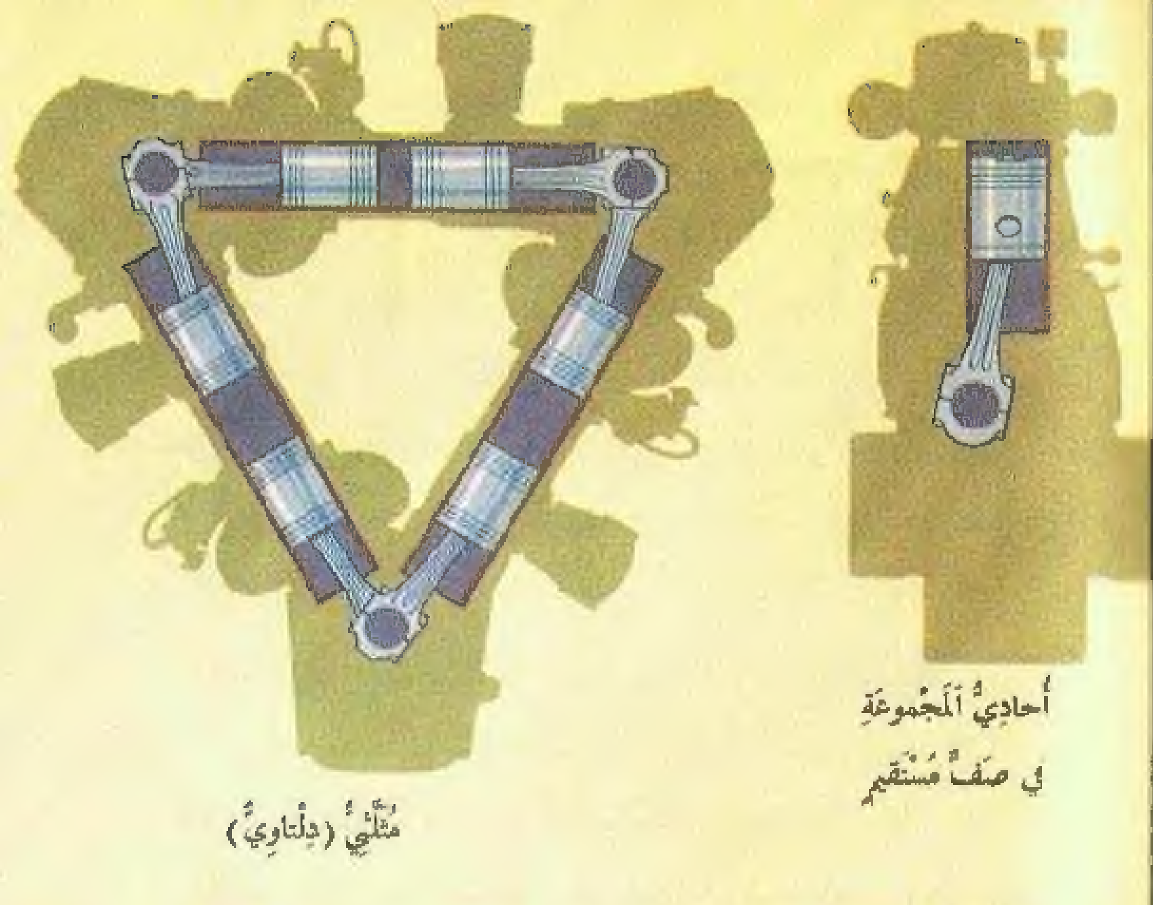
تَخْتَلِفُ مُحَرِّكاتُ الدِّيزِل شَكْلًا وحَجْمًا وقُدْرَةً ، ويَتَبايَنُ فيها كَذٰلِكَ عَدَدُ الأُسْطُواناتِ ونَسَقُ تَرْتيبِها . وهٰكَذا نَجِدُ تَصاميمَ مُتَنَوِّعَةً لِهٰذِهِ المُحَرِّكاتِ .

والمُحَرِّكُ المُثَلَّثِيُّ (الدِّلْتاوِيُّ) النَّسَقِ هُوَ نَوْعٌ فَريدٌ بَيْنَ هٰذِهِ التَّصاميمِ حَيْثُ تُنَظَّمُ الأُسْطُواناتُ في نَسَقٍ مُثَلَّثِيِّ الشَّكْلِ يَعْمَلُ في كُلِّ أُسْطُوانَةٍ مِنْها مِكْبَسانِ في اتِّجاهَيْنِ مُتَضادَّيْنِ .

وبَعْضُ مُحَرِّكاتِ الدِّيزِل أُحادِيُّ المَجْموعَةِ تُنَظَّمُ أُسْطُواناتُهُ السِّتُّ أَوِ الثَّماني في صَفٍّ مُسْتَقيمٍ إِحْداها خَلْفَ الأُخْرى . ولِمَزيدٍ مِنَ القُدْرَةِ يُمْكِنُ اسْتِخْدامُ اثْنَتَيْ عَشْرَةَ أُسْطُوانَةً تُنَظَّمُ غالِبًا في مَجْموعَتَيْنِ مُتَحاذِيَتَيْنِ في صَفَّيْنِ مُتَوازِيَيْنِ ، في كُلِّ صَفٍّ مِنْهُما سِتُّ أُسْطُواناتٍ . أَمّا في المُحَرِّكِ السَّبْعِيِّ الشَّكْلِ فَتُنَظَّمُ هٰذِهِ الأُسْطُواناتُ في صَفَّيْنِ مُتَزاوِيَيْنِ (عَلى شَكْلِ الرَّقْمِ ٧) .

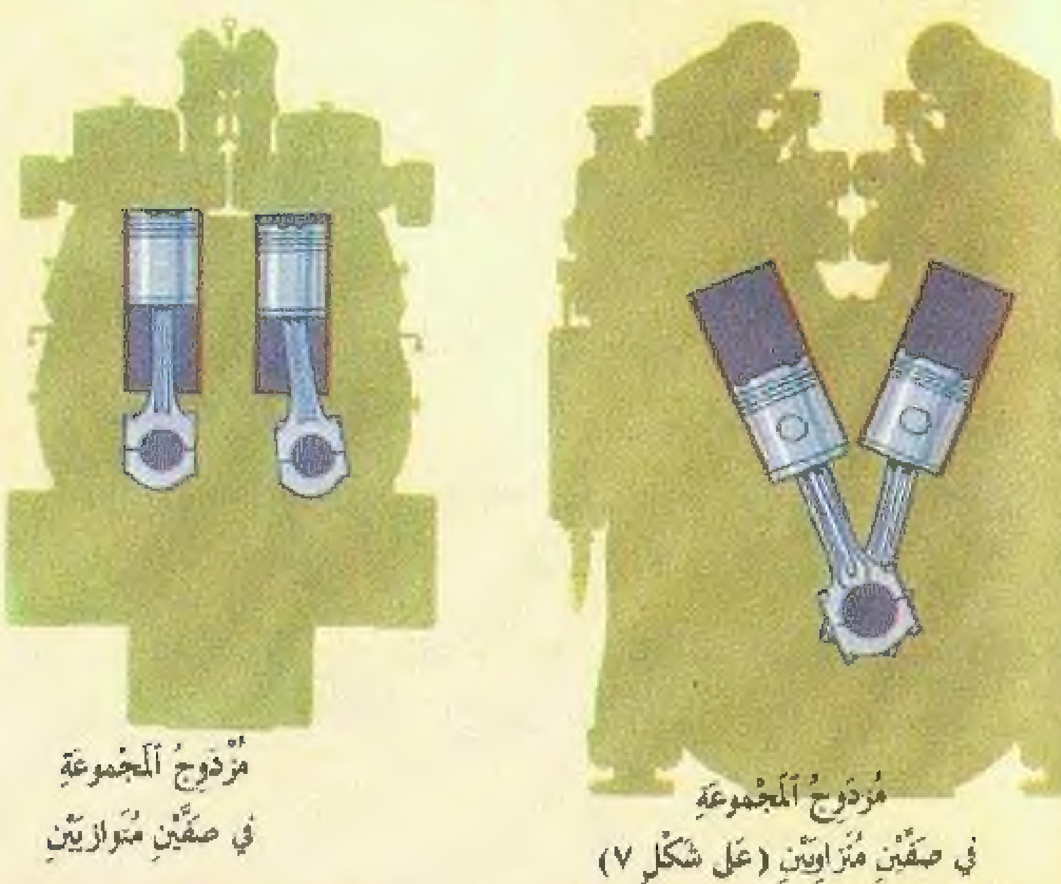
ويُمْكِنُ تَصْنيفُ مُحَرِّكاتِ الدِّيزِل بِمُخْتَلِفِ أَشْكالِها وتَصاميمِها في نَمَطَيْنِ أَساسِيَّيْنِ هُما الرُّباعِيُّ الأَشْواطِ وثُنائِيُّها . وتَعْمَلُ المُحَرِّكاتُ الرُّباعِيَّةُ الأَشْواطِ بِدَوْرَةٍ رُباعِيَّةٍ بَيْنَما تَعْمَلُ المُحَرِّكاتُ الثُّنائِيَّةُ بِدَوْرَةِ تَشْغيلٍ ثُنائِيَّةِ الشَّوْطِ .

والنَّمَطُ الرُّباعِيُّ الأَشْواطِ هُوَ الأَكْثَرُ انْتِشارًا ؛ ولَوْ أَنَّ بَعْضَ صانِعي مُحَرِّكاتِ القاطِراتِ المَشْهورَةِ لا يَزالونَ يَسْتَخْدِمونَ مُحَرِّكاتٍ ثُنائِيَّةَ الشَّوْطِ لِدَفْعِ قاطِراتِهِمْ كَما في طِرازِ قاطِرَةِ الدِّيزِل البَريطانِيَّةِ «دِلْتِك» المُجَهَّزَةِ بِاثْنَيْنِ مِنَ المُحَرِّكاتِ المُثَلَّثِيَّةِ (الدِّلْتاوِيَّةِ) التَّصْميمِ ، قُدْرَةُ الواحِدِ مِنْهُما ١٦٥٠ قُدْرَةً حِصانِيَّةً .



أُحادِيُّ المَجْموعَةِ في صَفٍّ مُسْتَقيمٍ

مُثَلَّثِيٌّ (دِلْتاوِيٌّ)



مُزْدَوِجُ المَجْموعَةِ في صَفَّيْنِ مُتَزاوِيَيْنِ (عَلى شَكْلِ ٧)

مُزْدَوِجُ المَجْموعَةِ في صَفَّيْنِ مُتَوازِيَيْنِ

دَوْرَةُ ٱلتَّشْغِيلِ ٱلرُّبَاعِيَّةُ ٱلأَشْوَاطِ

في ٱلمُحَرِّكِ ٱلرُّباعيِّ ٱلأَشْواطِ تَتِمُّ دَوْرَةُ ٱلتَّشْغيلِ في أَشْواطٍ أَرْبَعَةٍ – ٱثْنَيْنِ صُعودًا وٱثْنَيْنِ نُزولًا . ويَعْمَلُ صِماما ٱلدُّخولِ (ٱلسَّحْبِ) وٱلخروجِ (ٱلعادِمِ) بِواسِطَةِ عَمودِ ٱلكاماتِ . ويُدارُ عَمودُ ٱلكاماتِ هٰذا بِواسِطَةِ تُرْسٍ خافِضٍ لِلسُّرْعَةِ مُثَبَّتٍ في ٱلعَمودِ ٱلمِرْفَقِيِّ بِحَيْثُ يَدورُ عَمودُ ٱلكاماتِ بِنِصْفِ سُرْعَةِ ٱلعَمودِ ٱلمِرْفَقِيِّ . وهٰكَذا فإنَّ حَرَكَةَ ٱلمِكْبَسِ صُعودًا وهُبوطًا (وَهِيَ تُديرُ ٱلعَمودَ ٱلمِرْفَقِيَّ دَوْرَةً) تُديرُ عَمودَ ٱلكاماتِ بِنِصْفِ دَوْرَةٍ .

ٱلشَّوْطُ ٱلأَوَّلُ – ٱلسَّحْبُ . يَبْدَأُ هٰذا ٱلشَّوْطُ مَعَ حَرَكَةِ ٱلمِكْبَسِ نُزولًا وصِمامُ ٱلسَّحْبِ مَفْتوحٌ ، وخِلالَ نُزولِهِ يَسْحَبُ ٱلمِكْبَسُ ٱلهَواءَ إلى ٱلأُسْطُوانَةِ عَبْرَ صِمامِ ٱلسَّحْبِ ويَكونُ صِمامُ ٱلعادِمِ مُغْلَقًا في هٰذِهِ ٱلمَرْحَلَةِ .

ٱلشَّوْطُ ٱلثّاني – ٱلاِنْضِغاطُ . في نِهايَةِ شَوْطِ ٱلمِكْبَسِ نُزولًا يَنْغَلِقُ صِمامُ ٱلسَّحْبِ أَيْضًا فَيَنْحَبِسُ ٱلهَواءُ في ٱلأُسْطُوانَةِ (إذ إنَّ صِمامَ ٱلعادِمِ لا يَزالُ مُغْلَقًا) . وبِٱنْدِفاعِ ٱلمِكْبَسِ صُعودًا ، بِدَوَرانِ ٱلعَمودِ ٱلمِرْفَقِيِّ ، يَنْضَغِطُ ٱلهَواءُ ٱلمَحْصورُ في ٱلأُسْطُوانَةِ إلى حُجْرَةِ ٱلاِحْتِراقِ ، وبِتَزايُدِ ٱلضَّغْطِ عَلَيْهِ تَرْتَفِعُ حَرارَتُهُ جِدًّا .

ٱلشَّوْطُ ٱلثّالِثُ – ٱلقُدْرَةُ . بَيْنَما ٱلصِّمامانِ مُقْفَلانِ وٱلهَواءُ في أَقْصى ٱنْضِغاطِهِ وأَشَدِّ دَرَجاتِ حَرارَتِهِ يُذَرُّ زَيْتُ ٱلوَقودِ عَبْرَ ٱلحاقِنَةِ في أَعْلى ٱلأُسْطُوانَةِ ، فَيَشْتَعِلُ ٱلوَقودُ بِٱلحَرارَةِ ٱلمُرْتَفِعَةِ ويَعْمَلُ ٱلتَّمَدُّدُ ٱلهائِلُ ٱلنّاتِجُ عَنِ ٱلاِحْتِراقِ عَلى دَفْعِ ٱلمِكْبَسِ بِعُنْفٍ نُزولًا في ٱلأُسْطُوانَةِ .

ٱلشَّوْطُ ٱلرّابِعُ – ٱلاِنْفِلاتُ . في نِهايَةِ شَوْطِ ٱلقُدْرَةِ يَنْفَتِحُ صِمامُ ٱلعادِمِ مُتيحًا لِلْمِكْبَسِ ٱلصّاعِدِ طَرْدَ ٱلغازاتِ ٱلمَهْدورَةِ عَبْرَهُ إلى خارِجِ ٱلمُحَرِّكِ .

١

شَوْطُ ٱلسَّحْبِ

٢

شَوْطُ ٱلاِنْضِغاطِ

٣



شَوْطُ ٱلقُدْرَةِ

٤

ٱلغازاتُ ٱلمُنْصَرِفَةُ

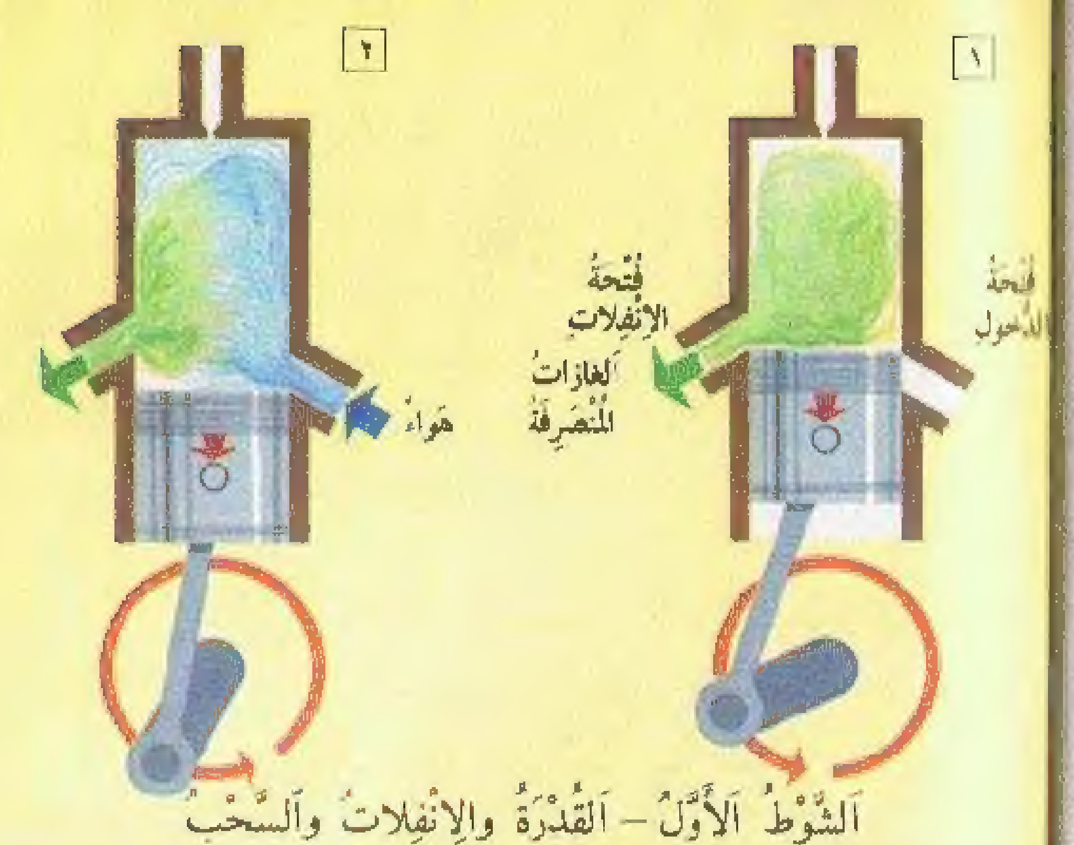
شَوْطُ ٱلاِنْفِلاتِ

دورة التشغيل الثنائية الشوط

تتم دورة التشغيل في المحرك الثنائي الشوط خلال شوطين فقط من حركة المكبس ، واحد صعودًا والآخر نزولًا . ويخلو هذا النوع من المحركات عادةً من الصمامات الميكانيكية للتشغيل ، إذ يقوم المكبس نفسه بعمل الصمام في سد فتحتي السحب والانفلات (في جدار الأسطوانة) أو كشفهما . وبكون هذه الدورة ثنائية الشوط فإنها تتم في دورة واحدة من دورات العمود المرفقي يتحرك فيها المكبس صعودًا ونزولًا . ونذكر أن كل شوط نزول في هذه الدورة هو شوط قدرة .

الشوط الأول – القدرة والانفلات والسحب . يبدأ هذا الشوط مع اندفاع المكبس نزولًا (بعد الاحتراق) فيكشف أولًا فتحة العادم (فتحة الانفلات) فينفلت عبرها القسم الأكبر من الغازات المنصرفة المتمددة . وباستمرار المكبس نزولًا يكشف عن فتحة الدخول ويسحب عبرها الهواء إلى داخل الأسطوانة . وفتحة الدخول مصممة بحيث يكتسب الهواء المسحوب عبرها إلى حيز الأسطوانة فوق المكبس حركة دوامية تساعد في طرد ما تبقى من الغازات المنصرفة بالكسح عبر فتحة العادم .

الشوط الثاني – الانضغاط والاشتعال . استمرارية دوران العمود المرفقي تدفع المكبس إلى أعلى ثانيةً . وخلال صعوده يغطي المكبس أولًا فتحة الدخول فيسدها ثم يغطي فتحة الانفلات فيسدها ، ويبدأ بعد ذلك بضغط ما تبقى من الغاز في أعلى الأسطوانة . وفي ذروة هذا الشوط يذر الوقود في الهواء المنضغط فيحدث الاشتعال الذي بطاقته يدفع المكبس نزولًا ، وهكذا تتعاقب الأشواط والدوران .



الشوط الأول – القدرة والانفلات والسحب



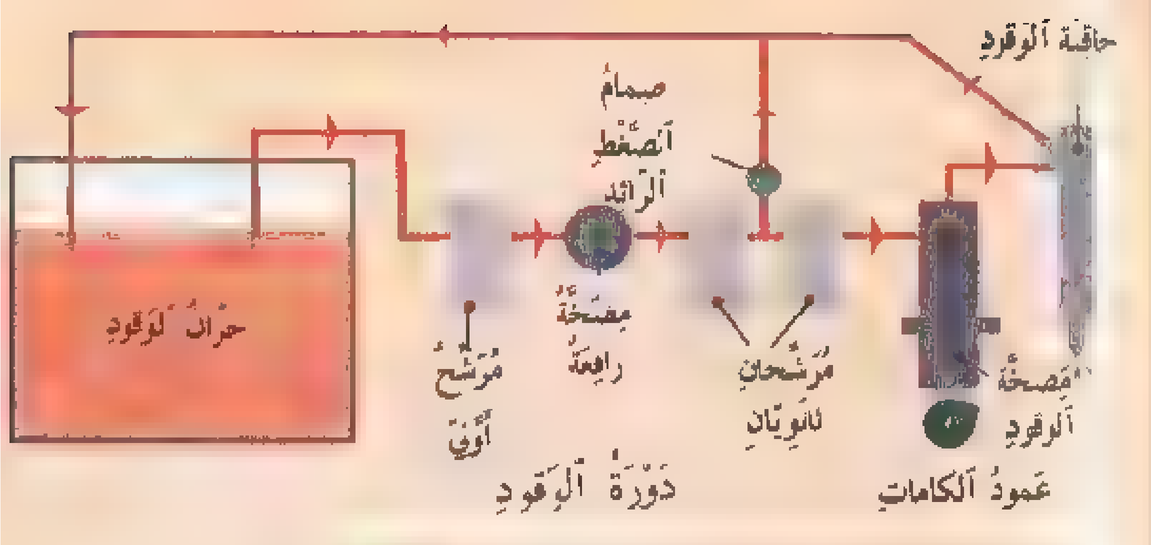
الشوط الثاني – الانضغاط والاشتعال

تزويدُ مُحرِّكِ القاطِرةِ بالوقودِ

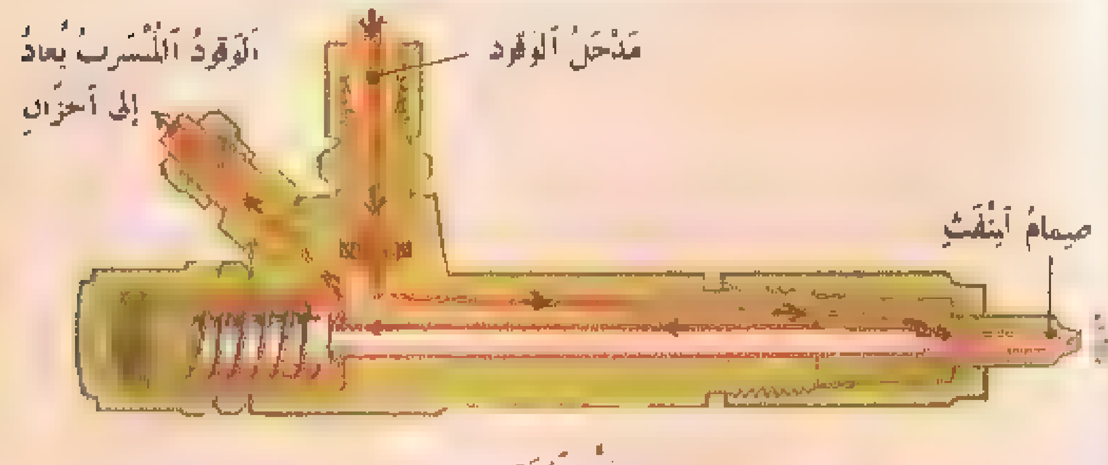
تقومُ مِضخّاتٌ خاصّةٌ بِضخِّ زيتِ الوقودِ مِنْ خزّانِهِ في قاطِرةِ الدّيزل لتغذيةِ المُحرِّكِ وهُنالِكَ عادةً مِضخّةٌ مُستقِلّةٌ لِكلِّ أُسطوانةٍ ، وتُركَّب المِضخّاتُ إمّا مُنفصِلةً أو مُجتمِعةً في موقِعٍ مُناسِبٍ فوقَ المُحرِّكِ . ويُزامَن عملُ المِضخّاتِ بدِقّةٍ فائِقةٍ لِتجريَ تغذيةُ كُلِّ أُسطوانةٍ بالوقودِ في اللّحظةِ المُحدَّدةِ لها تمامًا في دورةِ التّشغيلِ .

ويُضخُّ الزّيتُ بِضغطٍ عالٍ إلى حاقِناتِ الوقودِ المُثبّتِ واحدةٌ مِنها في رأسِ كُلِّ أُسطوانةٍ . ويبرُزُ مِنفثُ الحاقِنةِ إلى داخِلِ حُجرةِ الاحتِراقِ لِيدفع فيها حقنةً موقّتةً مِنَ الزّيتِ بِشكلِ رذاذٍ دقيقٍ يُشبِهُ الضّبابَ .

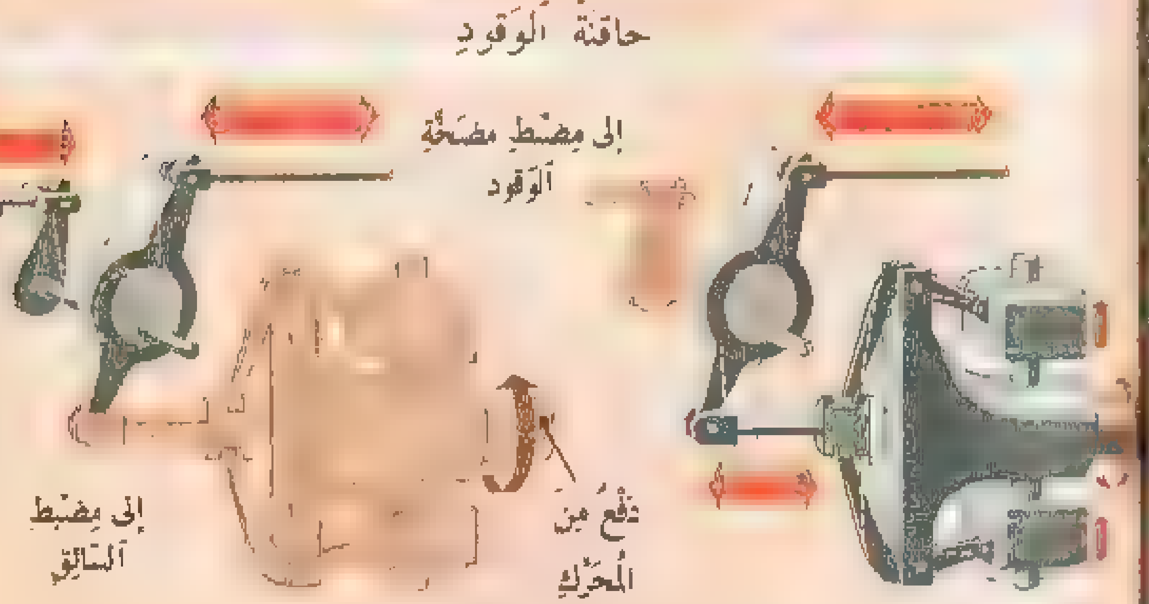
وتتوقّفُ قُدرةُ المُحرِّكِ المُتولّدةُ على سُرعتِهِ ، وهذِهِ بِدورِها تعتمِدُ على كمّيّةِ الوقودِ الّتي تُضخُّ عبرَ الحاقِناتِ وتُحرقُ وهذِهِ الكمّيّةُ يُحدِّدُها ويتحكّمُ فيها سائِقُ القاطِرةِ . لكِنْ تُجهّزُ مُعظمُ قاطِراتِ الدّيزل بِجهازٍ آليٍّ مُنظِّمٍ يُسمّى الحاكِمَ ، وهُوَ يُبقي سُرعةَ المُحرِّكِ ثابِتةً مهما تغيّرَ حُدورُ السّكّة صُعودًا أو نُزولًا . فبعدَ أنْ يُحدِّدَ السّائِقُ السُّرعةَ المطلوبةَ يقومُ الحاكِمُ تِلقائيًّا بالمُحافظةِ عليها ثابِتةً ، وذلِكَ بِضبطِ كمّيّةِ الوقودِ اللّازِمةِ لِزيادةِ القُدرة أو خفضِها حسبَ ما تقتضيهِ ظُروفُ السّيرِ أو تغيُّراتُ مُستوى الخطِّ الحديدي صُعودًا أو نُزولًا .



دورة الوقود

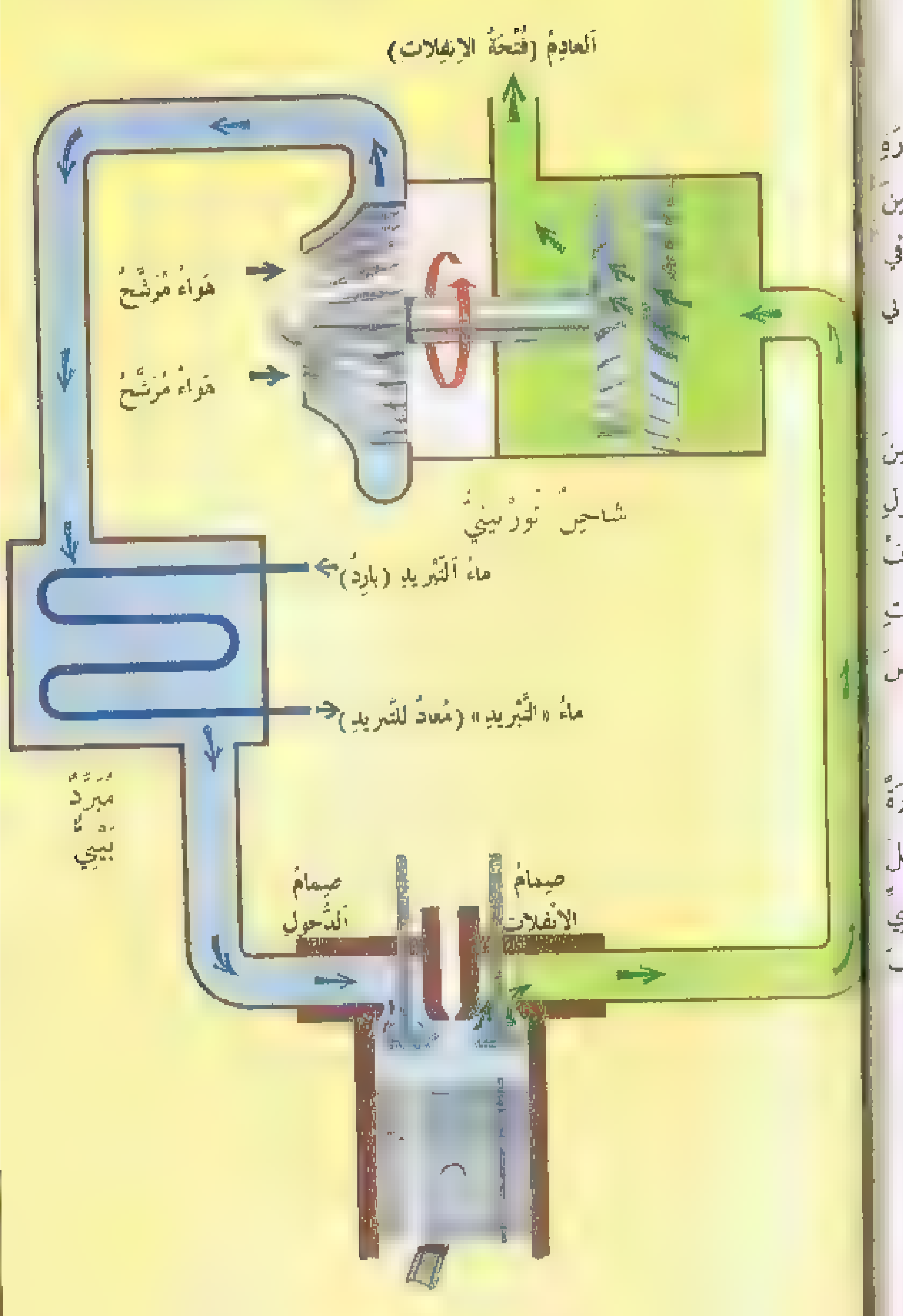


حاقنة الوقود



يحدد السائق السرعة ويعمل الحاكم على مداومتها تلقائيا

حاكم السرعة



تَزْويدُ ٱلْمُحرِّكِ بِٱلهَواءِ ٱللّازِمِ لِلاحْتِراقِ

ٱلهَواءُ عامِلٌ أساسِيٌّ وضَرورِيٌّ في عَمَلِيَّةِ الاحْتِراقِ. فلِتَوليدِ ٱلقُدْرَةِ ٱلقُصْوى مِنْ مُحرِّكٍ ما، يَنْبَغي تَزْويدُ أُسْطُواناتِهِ بِأكْبَرِ كَمِّيَّةٍ مُمْكِنَةٍ مِنَ ٱلهَواءِ بِأقْصى سُرْعَةٍ مُمْكِنَةٍ. فإنَّهُ كُلَّما ٱزْدادَتْ كَمِّيَّةُ ٱلهَواءِ ٱلمُنْضَغِطِ في أعْلى ٱلأُسْطُوانَةِ ٱزْدادَتْ كَمِّيَّةُ ٱلوَقودِ ٱلَّتي يُمْكِنُ ٱحْتِراقُهُ وٱزْدادَتْ بِالتّالي قُوَّةُ ٱلدَّفْعِ ٱلنّاتِجَةُ ٱلضّاغِطَةُ عَلى ٱلمِكْبَسِ نُزولًا في شَوْطِ ٱلقُدْرَةِ.

ويَنْبَغي سَحْبُ ٱلهَواءِ إلى أُسْطُواناتِ ٱلمُحرِّكِ تَمامًا في ذٰلِكَ ٱلجُزْءِ مِنَ ٱلثّانِيَةِ ٱلَّذي تَكونُ فيهِ فُتْحاتُ أوْ صِماماتُ ٱلدُّخولِ مَفْتوحَةً. ولِضَمانِ ٱلحُصولِ عَلى ٱلكَمِّيَّةِ ٱلقُصْوى مِنَ ٱلهَواءِ لِسَحْبٍ يُزَوَّدُ ٱلمُحرِّكُ بِمِرْوَحَةٍ توربينِيَّةٍ تُعْرَفُ بِالشّاحِنِ ٱلتّوربينيِّ. وهٰذِهِ ٱلمِرْوَحَةُ تَدْفَعُ ٱلهَواءَ مَضْغوطًا إلى ٱلأُسْطُواناتِ لِتَزيدَ ٱلكَمِّيَّةَ ٱلمُتاحَةَ مِنْهُ بِالانْضِغاطِ فيها. وتُسْتَخْدَمُ ٱلغازاتُ ٱلمُنْصَرِفَةُ مِنَ ٱلعادِمِ عادَةً في إدارَةِ عَنَفَةِ ٱلشّاحِنِ ٱلتّوربينيِّ.

ولَمّا كانَ ٱنْضِغاطُ ٱلهَواءِ بِداخِلِ ٱلشّاحِنِ ٱلتّوربينيِّ يُكْسِبُهُ حَرارَةً تُمَدِّدُهُ فَتُقَلِّلُ كَثافَتَهُ وتُخَفِّضُ فَعّالِيَّتَهُ، كانَ لِزامًا تَبْريدُ هٰذا ٱلهَواءِ قَبْلَ وُصولِهِ إلى ٱلأُسْطُواناتِ. ويَتِمُّ ذٰلِكَ إمّا بِتَبْريدِ غِلافِ ٱلشّاحِنِ ٱلتّوربينيِّ ما أمْكَنَ بِواسِطَةِ ٱلتَّبْريدِ ٱلمائِيِّ أوْ بِإمْرارِ ٱلهَواءِ في مُبَرِّدٍ بَيْنِيٍّ (فَوْقَ أنابيبَ دافِقَةٍ بِٱلماءِ ٱلبارِدِ) قَبْلَ إدْخالِهِ إلى ٱلمُحرِّكِ.



تَبْرِيدُ ٱلْمُحَرِّكِ

جَمِيعُ مُحَرِّكاتِ الاحْتِراقِ ٱلدّاخِلِيِّ تَتَعَرَّضُ لِارْتِفاعٍ شَدِيدٍ في دَرَجَةِ ٱلْحَرارَةِ نَتِيجَةً لِانْضِغاطِ ٱلْهَواءِ والاحْتِراقِ ٱلْمُتَكَرِّرِ داخِلَ أُسْطُواناتِها ، وهذا يَنْطَبِقُ بِطَبِيعَةِ ٱلحالِ عَلى مُحَرِّكاتِ قاطِراتِ ٱلدِّيزِل أَيْضًا . ولِتَوْفِيرِ ٱلتَّبْرِيدِ لِهذِهِ ٱلمُحَرِّكاتِ يُضَخُّ ٱلْماءُ ٱلْبارِدُ عَبْرَ مَجارٍ مُحِيطِيَّةٍ تُغَلِّفُ ٱلأُسْطُواناتِ – تُعْرَفُ بِالْقُمْصانِ (أَوِ ٱلدُّثُرِ) ٱلْمائِيَّةِ . وبَعْدَ أَنْ يَسْرِيَ ٱلْماءُ حَوْلَ أُسْطُواناتِ ٱلْمُحَرِّكِ كُلِّها ويُخَلِّصَها مِنْ حَرارَتِها ٱلزّائِدَةِ يَمُرُّ في ٱلْمُشِعِّ ، وَهُناكَ يُبَرِّدُهُ تَيّاراتُ ٱلْهَواءِ ٱلْبارِدِ ٱلْمَسْحوبِ مِنْ خارِجِ ٱلْقاطِرَةِ ، عَبْرَ زَعانِفِ ٱلْمُشِعِّ ، بِواسِطَةِ مِرْوَحَةٍ عُلْوِيَّةٍ فِيها . ثُمَّ تُعِيدُ ٱلْمِضَخّاتُ ٱلْماءَ مِنَ ٱلْمُشِعِّ بَعْدَ تَبْرِيدِهِ لِلدَّوَرانِ مُجَدَّدًا حَوْلَ ٱلأُسْطُواناتِ وَهٰكَذا تَسْتَمِرُّ عَمَلِيَّةُ ٱلتَّبْرِيدِ .

كَذٰلِكَ فَإِنَّ زَيْتَ ٱلتَّزْلِيقِ ٱلْمُتَداوَلَ داخِلَ ٱلْمُحَرِّكِ ، في أَثْناءِ دَوَرانِهِ ، يَسْخُنُ أَيْضًا لِتَماسِّهِ وأَجْزاءَ ٱلْمُحَرِّكِ ٱلعامِلَةَ . ولِلتَّخَلُّصِ مِنْ بَعْضِ هٰذِهِ ٱلْحَرارَةِ يُرْسَلُ ٱلزَّيْتُ إِمّا إِلى أَنابِيبِ تَبْرِيدٍ في مُشِعٍّ زِعْنِفِيٍّ أَوْ يُضَخُّ عَبْرَ سِلْسِلَةِ أَنابِيبَ في مُبادِلٍ حَرارِيٍّ . وتُبَرِّدُ أَنابِيبَ ٱلْمُبادِلِ ٱلْحَرارِيِّ هٰذِهِ بِتَوْجِيهِ ٱلْماءِ ٱلعائِدِ إِلى دُثُرِ ٱلأُسْطُواناتِ مِنَ ٱلْمُشِعِّ نَحْوَهُ . فَيَعْمَلُ هٰذا ٱلْماءُ حِينَئِذٍ عَلى تَبْرِيدِ زَيْتِ ٱلتَّزْلِيقِ قَبْلَ أَنْ يَنْطَلِقَ لِتَبْرِيدِ ٱلأُسْطُواناتِ .

ويُسْتَفادُ مِنْ دَوْرَةِ تَبْرِيدِ ٱلْمُحَرِّكِ أَحْيانًا في تَبْرِيدِ هَواءِ الاحْتِراقِ ٱلْمَضْغوطِ بِدَفْعِ ٱلشّاحِنِ ٱلتُّورْبِينِيِّ وٱلْماءِ عَبْرَ ٱلْمُبَرِّدِ ٱلْبَيْنِيِّ ، كَما ذَكَرْنا في ٱلصَّفْحَةِ ٱلسّابِقَةِ . بَيْنَما تُسْتَخْدَمُ أَنْظِمَةُ تَبْرِيدٍ مُسْتَقِلَّةٌ لِهٰذا ٱلْهَواءِ في تَصامِيمَ أُخْرى .



قاطِرةُ ديزل قُدرَتُها
٢٧٠٠ قُدرَةٍ حِصانِيَّةٍ
تَعمَلَ بآلِيَّةِ نَقلٍ هيدروليٌّ



..رةُ ديزل مِنْ طِرازِ دِلْتِك
..ها ٣٣٠٠ قُدرةٍ حِصانِيَّةٍ
..مَلُ بآلِيَّةِ نَقلٍ كَهرَبائيٌّ

نَقْلُ ٱلحَرَكَةِ إلى عَجَلاتِ ٱلقاطِرَةِ

عالَجْنا في ٱلفُصولِ ٱلسّابِقَةِ تَرْكيبَ مُحَرِّكِ ٱلدّيزِلِ وَالطَّريقَةَ ٱلَّتي يَعْمَلُ بِـ لِتَزْويدِ ٱلقاطِرَةِ بِٱلقُدْرَةِ ٱللّازِمَةِ لِٱنْطِلاقِها

ولِتَوليدِ هٰذِهِ ٱلقُدْرَةِ لا بُدَّ لِلْمُحَرِّكِ مِنْ أَنْ يَعْمَلَ مُسْتَقِلًّا عَنْ باقي أَجْزاءِ ٱلقاطِرَةِ ، ولا يُمْكِنُ رَبْطُهُ مُباشَرَةً بِعَجَلاتِ ٱلقاطِرَةِ .. فَهٰذا يَتِمُّ عَنْ طَريقِ آلِيَّةٍ مُهِمَّةٍ تَتَوَسَّطُ بَيْنَ مُحَرِّكِ ٱلدّيزِلِ وعَجَلاتِ ٱلقاطِرَةِ ، وتُعْرَفُ هٰذِهِ بِآلِيَّةِ نَقْلِ ٱلحَرَكَةِ

وهُنالِكَ ثَلاثَةُ أَنْواعٍ رَئيسِيَّةٍ لِآلِيَّةِ نَقْلِ ٱلحَرَكَةِ هِيَ :

(١) ٱلهَيْدروليّ (لِسائِليّ)

(٢) ٱلميكانيكيّ

(٣) ٱلكَهْرَبائيّ .

وتَعْمَلُ كُلٌّ مِنْ آلِيّاتِ نَقْلِ ٱلحَرَكَةِ هٰذِهِ وَفْقَ قَواعِدَ هَنْدَسِيَّةٍ مُخْتَلِفَةٍ ، مَعَ أَنَّها جَميعًا تَهْدِفُ إلى غَرَضٍ واحِدٍ هُوَ نَقْلُ قُدْرَةٍ (أَوْ طاقَةِ) ٱلدَّوَرانِ ٱلنّاتِجَةِ عَنْ دَوَرانِ ٱلعَمودِ ٱلمِرْفَقيِّ في مُحَرِّكِ ٱلدّيزِلِ إلى عَجَلاتِ ٱلقاطِرَةِ لِتُديرَها وتُحَرِّكَ ٱلقِطارَ .

ولِنَتَفَهَّمَ ٱلطَّريقَةَ ٱلَّتي يَعْمَلُ بِها كُلٌّ مِنْ آلِيّاتِ نَقْلِ ٱلحَرَكَةِ ٱلمُخْتَلِفَةِ لا بُدَّ لَنا مِنْ تَعَرُّفٍ أَكْثَرَ بِطَبيعَةِ طاقَةِ ٱلدَّوَرانِ هٰذِهِ ٱلَّتي يَصْطَلِحُ ٱلعُلَماءُ عَلى تَسْمِيَتِها بِعَزْمِ ٱلدَّوَرانِ



عَزْمُ الدَّوَرانِ – سِرُّهُ وماهِيَّتُهُ

يُقاسُ عَزْمُ قُوَّةٍ ما بِحاصِلِ ضَرْبِ تِلْكَ القُوَّةِ في بُعْدِها عَنْ مِحْوَرِ الارْتِكازِ. فَحِينَما تَضْغَطُ قَدَمُكَ عَلى دَوّاسَةِ الدَّرّاجَةِ مَثَلاً تُوَلِّدُ عَزْماً دَوَرانِيّاً، يُساعِدُهُ ويُكَمِّلُهُ العَزْمُ النّاتِجُ عَنْ ضَغْطِ قَدَمِكَ الأُخْرى عَلى الدَّوّاسَةِ المُقابِلَةِ. وَيُسَمّى مَجْموعُ العَزْمَيْنِ في هٰذِهِ الحالِ مُزْدَوِجَةَ التَّدْويرِ. وبِنَقْلِ هذا العَزْمِ بِسِلْسِلَةٍ إلى دولابِ الدَّرّاجَةِ الخَلْفِيِّ يُمْكِنُكَ تَسْييرُها. وعِنْدَ بَدْءِ الحَرَكَةِ تَحْتاجُ إلى عَزْمٍ أَشَدَّ مِمّا تَحْتاجُ إلَيْهِ والدَّرّاجَةُ مُنْطَلِقَةٌ. كَذٰلِكَ تَحْتاجُ إلى زِيادَةِ العَزْمِ إذا رَغِبْتَ في زِيادَةِ السُّرْعَةِ أَوْ إذا صادَفْتَ حُدوراً صاعِداً.

ويَنْطَبِقُ الشَّيْءُ نَفْسُهُ عَلى القِطارِ فَإنَّهُ بِثِقالَتِهِ الضَّخْمَةِ يَحْتاجُ إلى عَزْ دَوَرانٍ عالٍ جِدّاً لِبَدْءِ حَرَكَتِهِ، وبَعْدَ اكْتِسابِ السُّرْعَةِ المَطْلوبَةِ يَلْزَمُهُ عَزْ أَقَلُّ لِمُداوَمَتِها. لٰكِنَّ الحاجَةَ إلى عَزْمٍ أَشَدَّ تَبْرُزُ مُجَدَّداً حينَ يُصادِفُ القِطا في رِحْلَتِهِ حُدوراً صاعِداً.

ولا يَسْتَطيعُ سائِقُ القِطارِ إجْراءَ التَّعْديلاتِ اللّازِمَةِ في عَزْمِ الدَّوَرا لِمُواجَهَةِ مُتَطَلَّباتِ الحالِ طَوالَ الرِّحْلَةِ، كَما يَفْعَلُ سائِقُ الدَّرّاجَةِ. ولِحُسْ الحَظِّ أَنَّ آلِيَّةَ نَقْلِ الحَرَكَةِ قادِرَةٌ عَلى أَداءِ هٰذِهِ المُهِمَّةِ عَنْهُ، وغالِباً دونَ أَ يَكونَ هُوَ مُدْرِكاً ذٰلِكَ.

والآنَ هَيّا نُلْقِ نَظْرَةً عَنْ كَثَبٍ عَلى كُلٍّ مِنْ أَنْواعِ نَقْلِ الحَرَكَةِ الثَّلاثَةِ

نَقْلُ ٱلْحَرَكَةِ ٱلْهَيْدرولِيُّ (ٱلسّائِلِيُّ)

تَتَمَيَّزُ آلِيَّةُ نَقْلِ ٱلْحَرَكَةِ هَيْدرولِيًّا بِمُحَوِّلِ ٱلْعَزْمِ ، وهٰذا ٱلْمُحَوِّلُ شَبِيهٌ نَوْعًا بِمِضَخَّةٍ سائِلِيَّةٍ تَدورُ داخِلَ مَبِيتٍ مُمْتَلِئٍ بِٱلزَّيْتِ . وَهُوَ يَتَأَلَّفُ مِنْ أَجْزاءٍ رَئِيسِيَّةٍ ثَلاثَةٍ ٱثْنانِ مِنْها دَوّارانِ وَٱلثّالِثُ ثابِتٌ . وَيَتَأَلَّفُ كُلُّ جُزْءٍ بِدَوْرِهِ مِنْ حَلْقَةٍ مُشَفَّرَةٍ بِشَكْلٍ مُعَيَّنٍ ، وَٱلْأَشْفارُ مُقَوَّسَةٌ كَأَرْياشِ ٱلْمَراوِحِ لِلتَّحَكُّمِ في ٱتِّجاهِ سَرَيانِ ٱلزَّيْتِ .

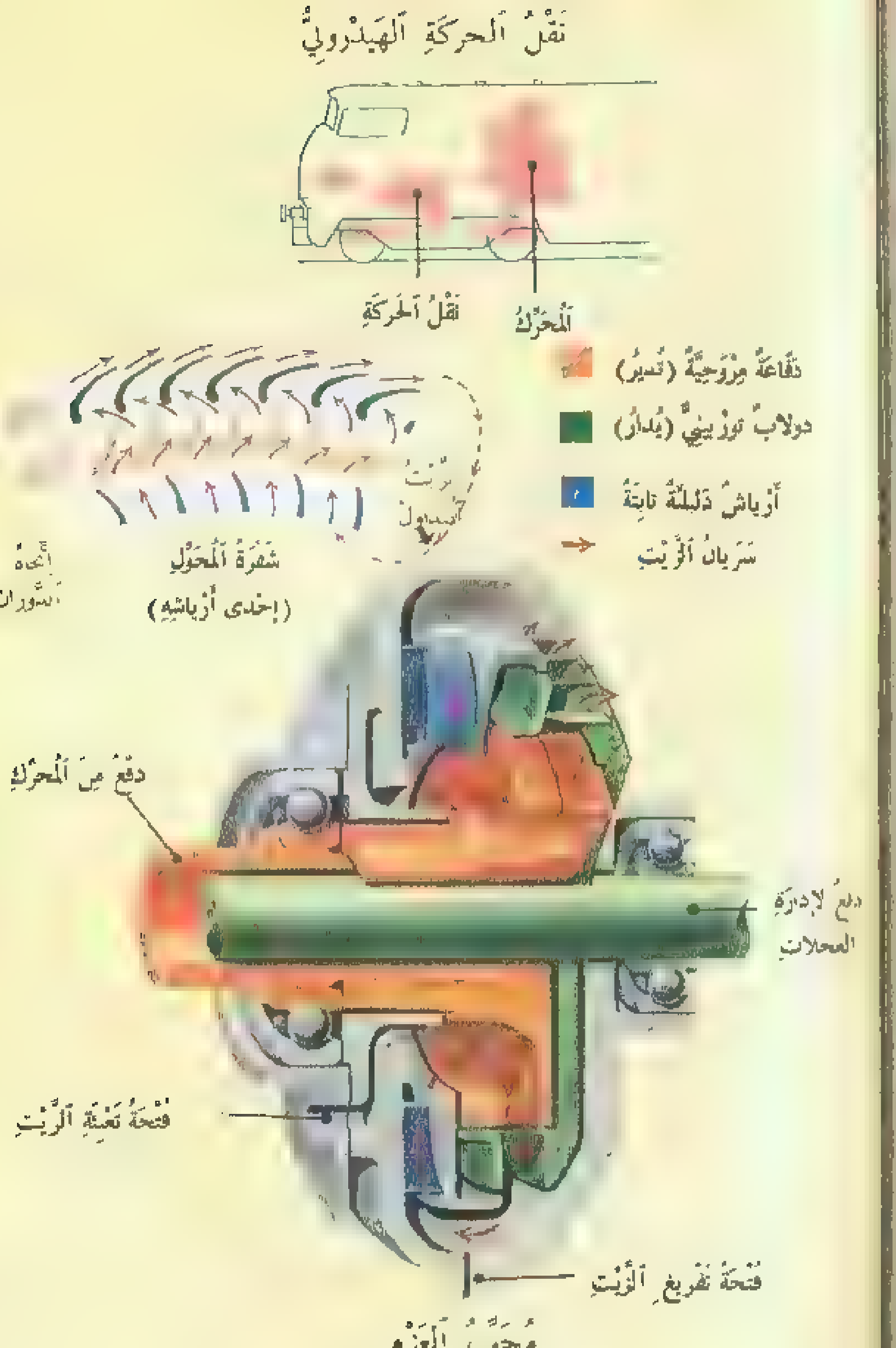
فَٱلْجُزْءانِ ٱلدَّوّارانِ مِنَ ٱلْمُحَوِّلِ هُما ٱلدَّفّاعَةُ ٱلْمِرْوَحِيَّةُ (وَهِيَ مِضَخَّةٌ نابِذَةٌ مَرْكَزِيَّةٌ) ودولابُ ٱلتّورْبينِ (أَوِ ٱلْعَنَفَةُ ٱلْمُدارَةُ) . أَمّا ٱلْجُزْءُ ٱلثّابِتُ فَهُوَ حَلْقَةُ ٱلْأَشْفارِ ٱلدَّليلِيَّةِ (أَوْ سانِيَةُ رَدِّ ٱلْفِعْلِ) .

يُديرُ ٱلْمُحَرِّكُ دولابَ ٱلدَّفّاعَةِ ٱلْمِرْوَحِيَّةِ ، وهٰذِهِ تَنْقُلُ ٱلْقُدْرَةَ بِحَرَكَتِها ٱلرَّحَوِيَّةِ إِلى ٱلزَّيْتِ في ٱلْمُحَوِّلِ دافِعَةً إِيّاهُ بِأَرْياشِها بِعُنْفٍ نَحْوَ أَرْياشِ ٱلدّولابِ ٱلتّورْبينِيِّ فَتُديرُهُ .

وَيَتَّصِلُ ٱلدّولابُ ٱلتّورْبينِيُّ عَبْرَ عَمودِ تَدْويرٍ بِعَجَلاتِ ٱلْقاطِرَةِ ٱلَّتي تَدورُ بِدَوْرِها . وَيُعادُ ٱلزَّيْتُ إِلى ٱلدَّفّاعَةِ ثانِيَةً بِواسِطَةِ أَرْياشِ ٱلدّولابِ ٱلتّورْبينِيِّ عَبْرَ ٱلْأَشْفارِ ٱلدَّليلِيَّةِ في ٱلْحَلْقَةِ ٱلثّابِتَةِ .

ٱلْقارِناتُ ٱلسّائِلِيَّةُ

تُسْتَخْدَمُ مُحَوِّلاتُ ٱلْعَزْمِ أَحْيانًا مَقْرونَةً بِٱلْقارِناتِ ٱلسّائِلِيَّةِ ، وهٰذِهِ شَبِيهَةٌ بِٱلْمُحَوِّلاتِ نَفْسِها لٰكِنَّها لا تَضُمُّ حَلْقَةَ ٱلْأَشْفارِ ٱلدَّليلِيَّةِ . وَتَعْمَلُ ٱلْقارِنَةُ ٱلسّائِلِيَّةُ كَوِسادَةٍ زَيْتِيَّةٍ تُسَلِّسُ ٱلدَّفْعَ مِنْ مُحَرِّكِ ٱلدّيزِلِ وَتَحْمي ٱلْمُحَرِّكَ مِنَ ٱلصَّدَماتِ ٱلْمُرْتَدَّةِ نَتيجَةً لِٱرْتِطامِ عَجَلاتِ ٱلْقاطِرَةِ بِٱلْخَطِّ ٱلْحَديدِيِّ .



نَقْلُ الحَرَكَةِ المِيكانِيكِيُّ

آلِيَّةُ نَقْلِ الحَرَكَةِ المِيكانِيكِيَّةُ هِيَ في الحَقِيقَةِ عُلْبَةُ تُرُوسٍ سُرْعِيَّةٍ يَنْتَقِلُ فِيها العَزْمُ مِنْ مُحَرِّكِ الدِّيزِلِ إلى عَجَلاتِ دَفْعِ القاطِرَةِ بِواسِطَةِ التُّرُوسِ (المُسَنَّنَةِ). ويُمْكِنُ تَغْيِيرُ العَزْمِ بِتَحْوِيلِ تُرْسِ السُّرْعَةِ إلى تُرْسِ سُرْعَةٍ أُخْرى.

ولَمّا كانَ مَدى تَغْيِيرِ العَزْمِ المُسَلَّطِ على عَجَلاتِ القاطِرَةِ مُحَدَّدًا بِحَجْمِ المُسَنَّناتِ وتَرْتِيبِها في عُلْبَةِ تُرُوسِ السُّرْعَةِ، فإنَّ صَلاحِيَّةَ هذا النَّوْعِ مِنْ نَقْلِ الحَرَكَةِ تَقْتَصِرُ على اسْتِخْدامِهِ في قاطِراتِ المُناوَرَةِ. وتُسَمّى قاطِراتُ الدِّيزِلِ المُجَهَّزَةُ بِهذا النَّوْعِ مِنْ نَقْلِ الحَرَكَةِ قاطِراتِ الدِّيزِلِ المِيكانِيكِيَّةَ

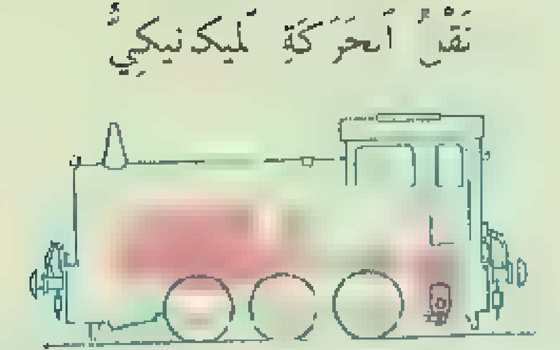
نَقْلُ الحَرَكَةِ الكَهْرَبائِيُّ

آلِيَّةُ نَقْلِ الحَرَكَةِ كَهْرَبائِيًّا هِيَ أَوْسَعُ أَنْواعِ نَقْلِ الحَرَكَةِ انْتِشارًا، وهِيَ عِبارَةٌ عَنْ مَجْمُوعَةٍ مِنْ مَكِناتٍ كَهْرَبائِيَّةٍ أَهَمُّها المُوَلِّدُ ويَتَّصِلُ المُوَلِّدُ بِمُحَرِّكِ الدِّيزِلِ بِحَيْثُ إنَّ القُدْرَةَ المِيكانِيكِيَّةَ (أَوِ العَزْمَ) المُتَوَلِّدَةَ في المُحَرِّكِ تَتَحَوَّلُ إلى قُدْرَةٍ كَهْرَبائِيَّةٍ في المُوَلِّدِ.

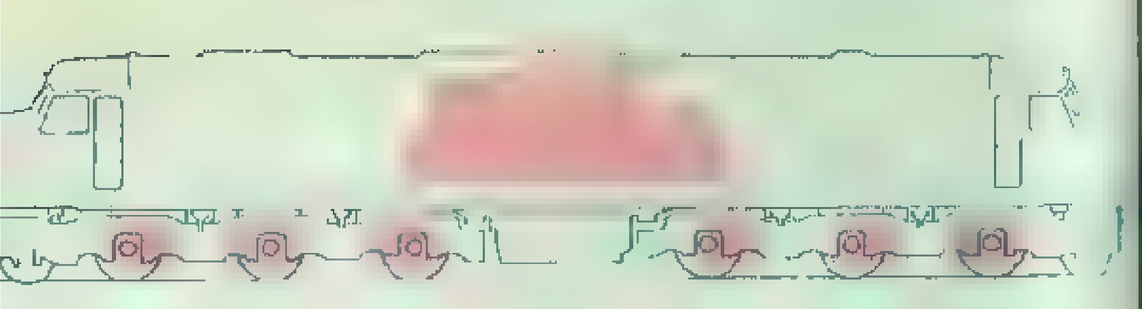
وتُعَدّى القُدْرَةُ الكَهْرَبائِيَّةُ مِنَ المُوَلِّدِ عَبْرَ كُبُولٍ إلى مُحَرِّكاتِ جَرٍّ مَقْرُونَةٍ بِمُسَنَّناتٍ إلى جُزُوعِ تَدْوِيرِ القاطِرَةِ لإدارَةِ عَجَلاتِها.

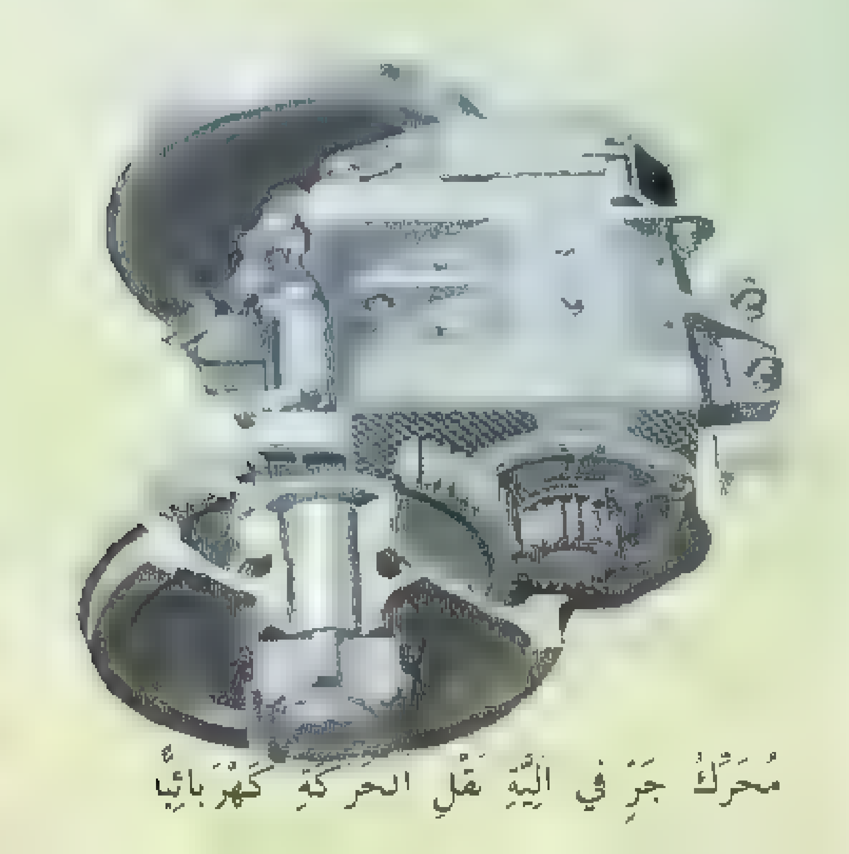
وتَقُومُ المَكِناتُ الكَهْرَبائِيَّةُ في آلِيَّةِ النَّقْلِ الكَهْرَبائِيِّ بِدَوْرِ مُحَوِّلِ العَزْمِ فَتُوَلِّدُ عَزْمًا أَعْلى عِنْدَ بَدْءِ الحَرَكَةِ (الإقْلاعِ) يَلِيهِ عَزْمٌ أَقَلُّ لِمُداوَمَةِ سُرْعَةِ السَّيْرِ العادِيَّةِ ويَتِمُّ كُلُّ ذلِكَ تِلْقائِيًّا بِتَغْيِيراتٍ في سَرَيانِ التَّيّارِ المُعَدّى إلى مُحَرِّكاتِ الجَرِّ (انْظُرْ ص ٤٦) وتُسَمّى قاطِراتُ الدِّيزِلِ المُجَهَّزَةُ بِهذا النَّوْعِ مِنْ نَقْلِ الحَرَكَةِ قاطِراتِ الدِّيزِلِ الكَهْرَبائِيَّةَ.

نَقْلُ الحَرَكَةِ المِيكانِيكِيُّ

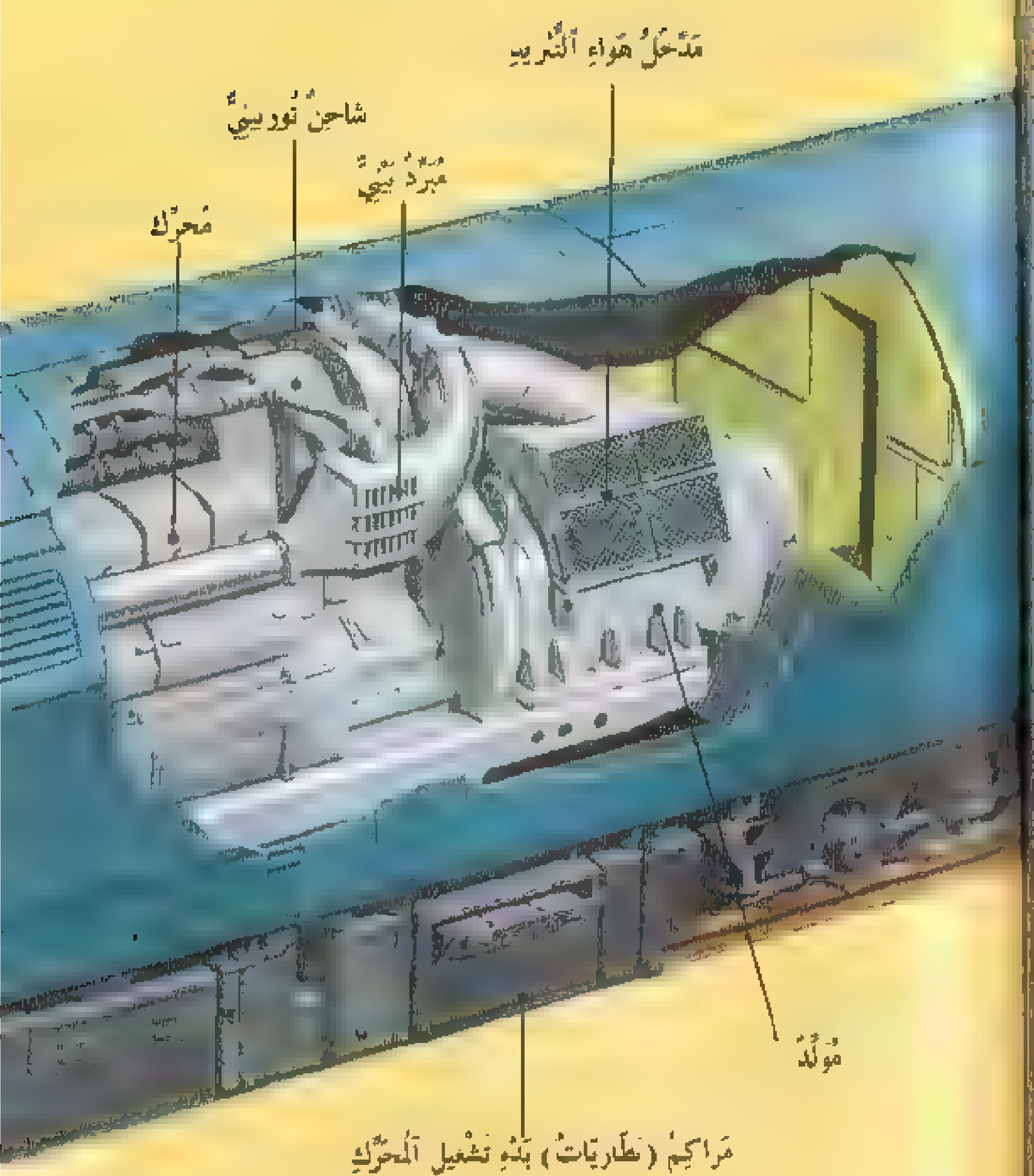


نَقْلُ الحَرَكَةِ الكَهْرَبائِيُّ





مُحَرِّكُ جَرٍّ في آلِيَّةِ نَقْلِ الحَرَكَةِ كَهْرَبائِيًّا



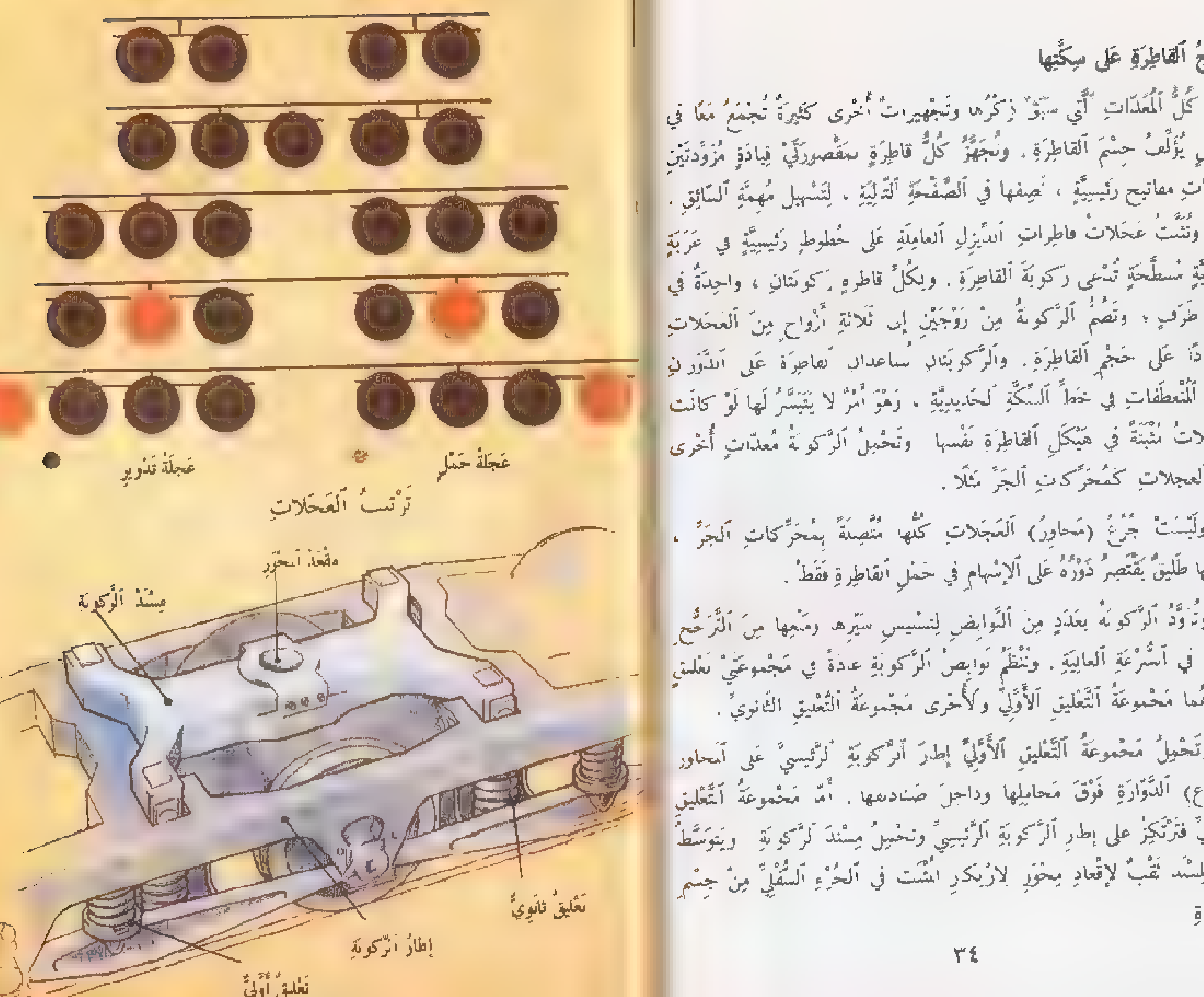
مَجالاتُ اسْتِخْدامِ الكَهْرَباءِ في قاطِرَةِ الدِّيزِل

تُسْتَخْدَمُ الكَهْرَباءُ في جَميعِ قاطِراتِ الدِّيزِل لِأَداءِ مُهِمّاتٍ شَتّى لَعَلَّ مِنْ أَهَمِّها تَشْغيلَ المُلْحَقاتِ المُساعِدَةِ . ونَذْكُرُ مِنْها الضّاغِطَ ومِضَخّاتِ التَّفْريغِ (أُنْظُرْ صَفْحَةَ ٣٨) ، وكِلاهُما يُدارُ بِمُحَرِّكاتٍ كَهْرَبائِيَّةٍ ويُسْتَخْدَمُ في تَشْغيلِ المَكابِحِ . كَذلِكَ تُسْتَخْدَمُ الطّاقَةُ الكَهْرَبائِيَّةُ لِإِضاءَةِ مَقْصورَةِ السّائِقِ وحُجْرَةِ المُحَرِّكاتِ .

ومِنَ التَّجْهيزاتِ المُساعِدَةِ العامِلَةِ أَيْضًا بِالكَهْرَباءِ النَّفّاخاتُ ، وَهِيَ الَّتي تَدْفَعُ الهَواءَ في مُحَرِّكاتِ الجَرِّ لِتَبْريدِها ولِتَوْليدِ الطّاقَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ اللّازِمَةِ لِتَشْغيلِ هذِهِ المُعَدّاتِ الإِضافِيَّةِ جَميعِها تُزَوَّدُ كُلُّ قاطِرَةٍ بِمُوَلِّدٍ كَهْرَبائِيٍّ خاصٍّ يُسَمّى المُوَلِّدَ المُساعِدَ يُديرُهُ مُحَرِّكُ الدِّيزِل .

ومِنَ الاسْتِخْداماتِ المُهِمَّةِ لِلْكَهْرَباءِ في القاطِرَةِ أَيْضًا تَسْخيرُها لِبَدْءِ الحَرَكَةِ في مُحَرِّكِ الدِّيزِل . فَمُحَرِّكاتُ الاحْتِراقِ الدّاخِلِيِّ عَلى اخْتِلافِها إِنْ كانَتْ في سَيّارَةٍ أَوْ في دَرّاجَةٍ ذاتِ مُحَرِّكٍ ، بِحاجَةٍ إِلى بادِئِ تَشْغيلٍ يَعْمَلُ مِنْ مَصْدَرِ قُدْرَةٍ مُسْتَقِلٍّ لِتَتَمَكَّنَ هِيَ مِنْ تَوْليدِ طاقَةٍ ذاتِيًّا . وفي قاطِراتِ الدِّيزِلِ الكَهْرَبائِيَّةِ ذاتِ النَّقْلِ الكَهْرَبائِيِّ لِلْحَرَكَةِ يُمْكِنُ اسْتِخْدامُ المُوَلِّدِ الرَّئيسِيِّ الَّذي يُزَوِّدُ مُحَرِّكاتِ الجَرِّ بِالقُدْرَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ لِتَدْويرِ مُحَرِّكِ الدِّيزِل عِنْدَ بَدْءِ تَشْغيلِهِ . ويَتِمُّ الحُصولُ عَلى التَّيّارِ الكَهْرَبائِيِّ اللّازِمِ لِتَحْقيقِ ذلِكَ مِنْ مَراكِمَ (بَطّارِيّاتٍ) تُحْفَظُ في أَوْعِيَةٍ عَلى جانِبَيِ القاطِرَةِ .

أَمّا مُحَرِّكاتُ الدِّيزِل ذاتُ النَّقْلِ الميكانيكِيِّ والهَيْدْرولِيِّ لِلْحَرَكَةِ فَإِنَّ بَدْءَ التَّشْغيلِ فيها يَتِمُّ بِواسِطَةِ مُحَرِّكاتٍ أَوْ مُوَلِّداتٍ خاصَّةٍ تُسَمّى «بادِئاتِ الحَرَكَةِ الدِّينامِيَّةِ» .



دروج القاطرة على سكتها

كل المعدات التي سبق ذكرها وتجهيزات أخرى كثيرة تجمع معا في هيكل يؤلف جسم القاطرة. وتجهز كل قاطرة بمقصورتي قيادة مزودتين بلوحات مفاتيح رئيسية، نصفها في الصفحة التالية، لتسهيل مهمة السائق.

وتثبت عجلات قاطرات الديزل العاملة على خطوط رئيسية في عربة قاعدية مسطحة تدعى ركوبة القاطرة. وبكل قاطرة ركوبتان، واحدة في كل طرف، وتضم الركوبة من زوجين إلى ثلاثة أزواج من العجلات اعتمادا على حجم القاطرة. والركوبتان تساعدان القاطرة على الدوران حول المنعطفات في خط السكة الحديدية، وهو أمر لا يتيسر لها لو كانت العجلات مثبتة في هيكل القاطرة نفسها. وتحمل الركوبة معدات أخرى غير العجلات كمحركات الجر مثلا.

وليست جزع (محاور) العجلات كلها متصلة بمحركات الجر، فبعضها طليق يقتصر دوره على الإسهام في حمل القاطرة فقط.

وتزود الركوبة بعدد من النوابض لتسليس سيرها ومنعها من الترجح الزائد في السرعة العالية. وتنظم نوابض الركوبة عادة في مجموعتي تعليق، إحداهما مجموعة التعليق الأولي والأخرى مجموعة التعليق الثانوي.

وتحمل مجموعة التعليق الأولي إطار الركوبة الرئيسي على المحاور (الجزع) الدوارة فوق محاملها وداخل صناديقها. أما مجموعة التعليق الثانوي فترتكز على إطار الركوبة الرئيسي وتحمل مسند الركوبة. ويتوسط هذا المسند ثقب لإقعاد محور الارتكاز المثبت في الجزء السفلي من جسم القاطرة



قِيادَةُ القاطِرَةِ

تُجهَّزُ مُعظَمُ قاطِراتِ الدِّيزِل بِمَقصورَتَيْ قِيادَةٍ ، واحِدَةٍ في كُلِّ طَرَفٍ . وتَضُمُّ كُلُّ مَقصورَةٍ مَجموعاتٍ مُتَماثِلَةً تَمامًا مِنْ أَجهِزَةِ القِيادَةِ ولَوحاتِ مَفاتيحِ التَّحَكُّمِ والأَضواءِ الدَّليلِيَّةِ وغَيرِها . وكُلُّ ما في مَقصورَةِ القِيادَةِ مُتَضامٌّ مُلَملَمُ التَّرتيبِ بِحَيثُ يَتَسَنَّى لِلسّائِقِ تَشغيلُ أَجهِزَةِ القِيادَةِ ومُراقَبَةُ الخَطِّ أَمامَهُ بَينَما تَبدو بِوُضوحٍ أَمامَ عَينَيهِ عَدّاداتُ سُرعَةِ القاطِرَةِ وضَغطِ هَواءِ المَكابِحِ ومُبَيِّناتُ التَّفريغِ ، وفي حالَةِ قاطِراتِ الدِّيزِلِ الكَهرَبائِيَّةِ ، قِراءَةُ التَّيّارِ النّاتِجِ عَنِ المُوَلِّدِ الكَهرَبائِيِّ

وإِذا ما تَوَقَّفَ مُحَرِّكُ القاطِرَةِ أَوِ انزَلَقَتِ العَجَلاتُ أَوْ طَرَأَ عُطلٌ في أَيِّ جُزْءٍ مِنْ مُعَدّاتِ القُدرَةِ فَإِنَّ أَنوارًا دَليلِيَّةً حَمراءَ وصَفراءَ وزَرقاءَ تُبَيِّنُ ذٰلِكَ لِلسّائِقِ في حينِهِ

ويَستَعمِلُ السّائِقُ في قِيادَةِ القاطِرَةِ سِلسِلَةً مِنَ العَتَلاتِ والمَقابِضِ والأَزرارِ ، مِنها مِقبَضُ القُدرَةِ الرَّئيسِيَّةِ الَّذي يَضبِطُ سُرعَةَ القاطِرَةِ ويَتَحَكَّمُ فيها ، ومِنها مِقبَضُ التَّوجيهِ الَّذي يَتَحَكَّمُ اتِّجاهَ القاطِرَةِ أَمامًا أَوْ خَلفًا أَوْ بِفَصلِ الدَّفعِ لِيَدورَ المُحَرِّكُ بِلا حِملٍ ، وكَذٰلِكَ مَقابِضُ المَكابِحِ وأَزرارُ انضِغاطِيَّةٌ تُوقِفُ المُحَرِّكَ أَوْ تَبدَأُ حَرَكَتَهُ .

وهُنالِكَ مَفاتيحُ عِدَّةٌ لِمُختَلِفِ أَنواعِ المُعَدّاتِ في القاطِرَةِ . أَمّا دَوّاسَةُ الأَمانِ فَهِيَ جُزءٌ مِنْ أَجهِزَةِ الأَمنِ المُتَعَلِّقَةِ بِالسّائِقِ خاصَّةً وعَلى السّائِقِ أَنْ يُبقِيَ هٰذِهِ الدَّوّاسَةَ مَضغوطَةً بِقَدَمِهِ ما دامَتِ القاطِرَةُ مُنطَلِقَةً فَذٰلِكَ يَصُدُّ المَكابِحَ وإِلّا عَمِلَتْ هٰذِهِ المَكابِحُ تِلقائِيًّا وسَنَأتي على تَفصيلِ ذٰلِكَ في الصَّفحَةِ التّالِيَةِ

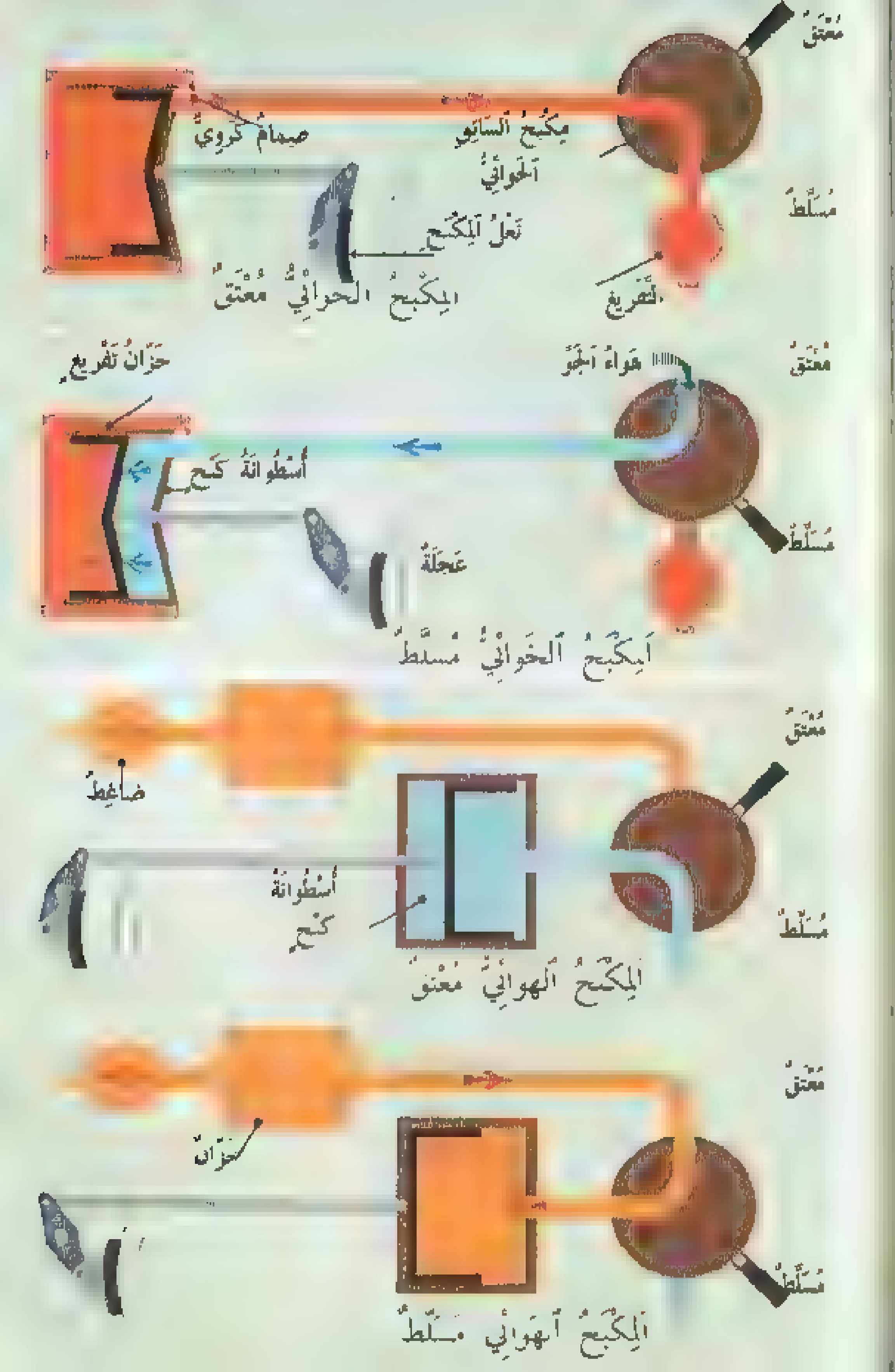
كَيْفَ يَكْبَحُ ٱلسَّائِقُ سَيْرَ ٱلقِطَارِ

إِنَّ نِظَامًا فَعَّالًا بِكَبْحِ ٱلسَّيْرِ هُوَ مِنْ أَلْزَمِ ٱلضَّرُورِيَّاتِ بِقِيَادَةِ ٱلقِطَارِ ٱلعُمُومِيَّةِ، وَهُنَالِكَ فِي ٱلعَادَةِ نِظَامَا كَبْحٍ: مَكَابِحُ لِلْقَاطِرَةِ تَعْمَلُ بِٱلهَوَاءِ ٱلمَضْغُوطِ وَمَكَابِحُ خَوَائِيَّةٌ (تَعْمَلُ بِٱلتَّفْرِيغِ ٱلهَوَائِيِّ) لِلْعَرَبَاتِ فِي ٱلقِطَارِ.

وَهٰذِهِ ٱلمَكَابِحُ هِيَ عَلَى شَكْلِ نِعَالٍ أَوْ لُقَمٍ مَعْدِنِيَّةٍ تَضْغَطُ عَلَى ٱلعَجَلَاتِ ٱلدَّوَّارَةِ فَتُبْطِئُهَا وَتُوقِفُهَا بِٱلاحْتِكَاكِ. وَيَمْتَدُّ أُنْبُوبُ ٱلكَبْحِ ٱلخَوَائِيِّ عَلَى طُولِ ٱلقِطَارِ، وَتَبْقَى ٱلمَكَابِحُ ٱلخَوَائِيَّةُ ٱلمُثَبَّتَةُ فِي ٱلعَرَبَاتِ فِي وَضْعِ ٱلإِعْتَاقِ مَا دَامَ ٱلخَوَاءُ قَائِمًا فِي أُنْبُوبِ ٱلكَبْحِ وَأَيْضًا فِي أُسْطُوَانَاتِ ٱلكَبْحِ ٱلَّتِي تَحْوِي كُلُّ عَرَبَةٍ وَاحِدَةً مِنْهَا عَلَى ٱلأَقَلِّ. وَهٰذَا يَتَحَقَّقُ بِبَعْضِ مِضَخَّاتِ ٱلتَّفْرِيغِ فِي ٱلقَاطِرَةِ ٱلَّتِي تَسْحَبُ ٱلهَوَاءَ بِٱسْتِمْرَارٍ مِنْ أُنْبُوبِ ٱلكَبْحِ وَأُسْطُوَانَاتِهِ. وَلِإِعْمَالِ ٱلمَكَابِحِ يَفْتَحُ ٱلسَّائِقُ صِمَامَ ٱلكَبْحِ فَيَدْخُلُ ٱلهَوَاءُ إِلَى أُنْبُوبِ ٱلكَبْحِ وَأُسْطُوَانَاتِهِ مُعَطِّلًا ٱلخَوَاءَ فِيهَا وَمُوَلِّدًا قُوَّةً فِي أُسْطُوَانَاتِ ٱلكَبْحِ تَكْفِي لِتَشْغِيلِ ٱلعَتَلَاتِ ٱلمُتَشَابِكَةِ وَضَغْطِ نِعَالِ ٱلكَبْحِ ٱلمَعْدِنِيَّةِ عَلَى ٱلعَجَلَاتِ. وَنِظَامُ ٱلكَبْحِ هٰذَا هُوَ وَسِيلَةُ حِمَايَةٍ وَأَمْنٍ ضِدَّ ٱلأَعْطَالِ ٱلطَّارِئَةِ، لِأَنَّهُ إِذَا مَا تَعَطَّلَ ٱلخَوَاءُ لِأَيِّ سَبَبٍ كَانَ دَخَلَ ٱلهَوَاءُ وَأُعْمِلَتِ ٱلمَكَابِحُ.

وَلَا بُدَّ إِذًا مِنْ إِبْقَاءِ دَوَّاسَةِ ٱلأَمَانِ مَضْغُوطَةً بِقَدَمِ ٱلسَّائِقِ وَإِلَّا ٱنْفَتَحَ صِمَامٌ يُدْخِلُ ٱلهَوَاءَ وَيُعْمِلُ ٱلمَكَابِحَ. وَهٰكَذَا فَإِنَّ ٱلمَكَابِحَ تَعْمَلُ تِلْقَائِيًّا فَتُوقِفُ ٱلقِطَارَ إِذَا مَا أَعْتَقَتْ قَدَمُ ٱلسَّائِقِ ٱلدَّوَّاسَةَ بِمَرَضٍ أَوْ إِغْمَاءٍ.

أَمَّا مَكَابِحُ ٱلقَاطِرَةِ ٱلعَامِلَةُ بِٱلهَوَاءِ ٱلمَضْغُوطِ فَإِنَّهَا تُسَلَّطُ بِفِعْلِ ٱلهَوَاءِ ٱلمُنْدَفِعِ مِنْ ضَاغِطٍ فِي ٱلقَاطِرَةِ نَفْسِهَا، وَيَجْرِي تَسْلِيطُهَا بِوَاسِطَةِ صِمَامِ ٱلتَّحَكُّمِ نَفْسِهِ ٱلَّذِي يُشَغِّلُ ٱلمَكَابِحَ ٱلخَوَائِيَّةَ فِي بَاقِي عَرَبَاتِ ٱلقِطَارِ.





القاطرات الكهربائية

الفارق الرئيسي بين قاطرة الديزل والقاطرة الكهربائية هو أن أولاهما تحمل معها دومًا مولّد قدرة خاصًا بها هو محرك الديزل ، بالإضافة إلى وقود الديزل (المازوت) اللازم بتشغيله . أمّا القاطرة الكهربائية فإنها تستمد القدرة اللازمة لتسييرها ، على شكل طاقة كهربائية ، من خطوط الشبكة الكهربائية الممتدة على طول الخط الحديدي . وتغذّى هذه الشبكة من محطات عامة لتوليد القدرة على بعد عدّة أميال منها .

وهكذا فإنّ استخدام القاطرات الكهربائية مقتصر على خطوط السكة الحديدية «المكهربة» - أي التي تُجرى الترتيبات بتزويدها بالطاقة الكهربائية إمّا بواسطة كبل كهربائي يمتدّ فوق خط السكة أو عبر قضبان حديدية تضاف إلى خط السكة نفسه لتوصيل الكهرباء .

ومن أهم مميزات القاطرة الكهربائية قدرتها على التسارع والانطلاق بالسرعة المطلوبة في وقت قصير ، ممّا يجعلها عملية جدًا في الرحلات التي تتعدد فيها محطات التوقف . وهذه القاطرات في الوقت نفسه جيدة الأداء جدًا في الرحلات الطويلة التي تنطلق فيها القاطرة بسرعة عالية منتظمة والتي تقلّ فيها محطات التوقف أو تنعدم .

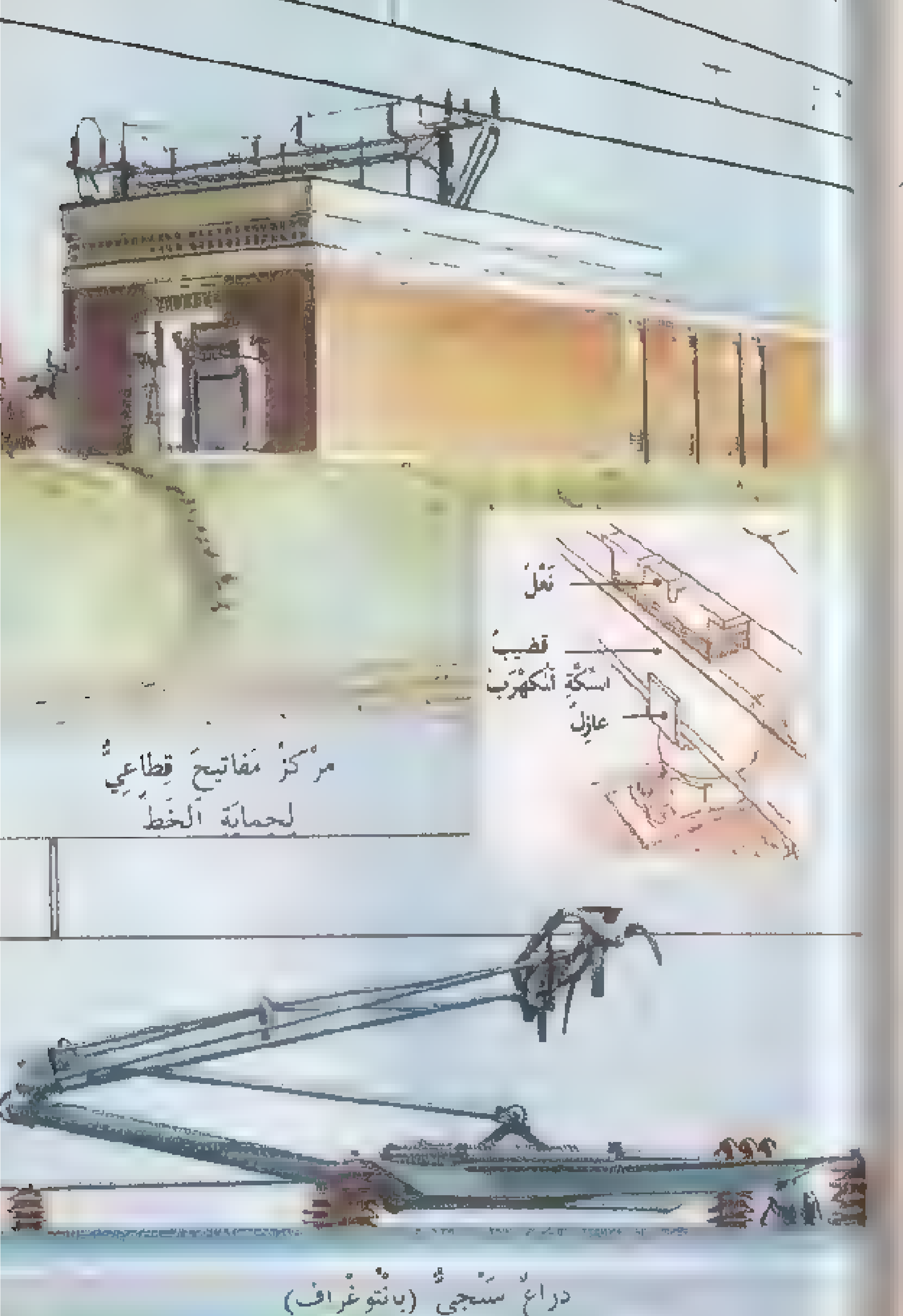
الإمداد بالقدرة الكهربائية

هناك نوعان من التيار الكهربائي : المتناوب وهو الذي يتردد فيه اتجاه التيار ذهابًا وإيابًا في اتجاهين متعاكسين . والتيار المستمر الذي يطرد فيه سريان التيار كل الوقت في الاتجاه نفسه . ولا يمكن مزج هذين النوعين في الدارة نفسها .

وتستمد القدرة اللازمة لتشغيل القاطرات الكهربائية من شبكة الكهرباء العامة . وما أبراج الأسلاك العالية وكوابلها الممتدة عبر أرجاء البلاد إلا جزء من هذه الشبكة التي تنقل تيارًا متناوبًا عالي الفلطية .

وتبنى على طول الخط الحديدي وعلى مسافات متباعدة بعضها عن بعض محطات فرعية مزودة بمحولات تخفض فلطية (أو توتر) التيار المتناوب من الشبكة الرئيسية إلى حوالى خمسة وعشرين ألف (٢٥٠٠٠) فلط قبل أن تغذى به القضبان المكهربة في الخط الحديدي أو الكبول الممتدة عاليًا فوقه ، لتستمد منها القاطرة قدرتها . وهذه الفلطية تبقى عالية جدًا بالنسبة إلى محركات الجر في القاطرة . لذا يقوم محول آخر في القاطرة بخفضها ثانية إلى حوالى ألف وخمسمائة (١٥٠٠) فلط . ويمكن تحويل التيار المتناوب الناتج هذا إلى تيار مستمر بواسطة مقوم كهربائي





مركز مفاتيح قطاعي لحماية الخط

ذراع سنجي (بانتوغراف)

صيانة القدرة وتناولها

تصان التمديدات الكهربائية في منازلكم بواسطة المصاهر (أو الفواصم المنصهرة) فإذا ما طرأ خلل على الدارة الكهربائية في المنزل أو تجاوز التيار حده المسموح في أحد الأجهزة الكهربائية انصهر سلك المصهر وفصم الدارة (أي قطع التيار فيها). كذلك فإن الوقاية ضرورية في دارة السكة الحديدية المكهربة حيث الأعطال قد تحدث لأسباب شتى. ومن المهم هنا أيضا حصر آثار العطل في أقصر مدى ممكن من الخط الحديدي كي لا تتعطل عن العمل مسافات شاسعة منه في الوقت نفسه. ولتحقيق هذه الحماية تقام على طول الخط الحديدي بين المحطات الفرعية مراكز تحوي مجموعات مفاتيح كهربائية تلقائية تحصر العطل بعزل المقطع الذي طرأ فيه، ولا يزيد طول المقطع عادة على أربعة أميال أو خمسة

ويتم تناول القدرة من قضيب السكة المكهرب، المستند إلى عوازل والممتد بمحاذاة الخط الحديدي، بواسطة نعال حديدية مثبتة في القاطرة تنزلق على القضيب المكهرب ناقلة التيار منه عبر الكبول إلى محركات الجر

والاتجاه الحديث في كهربة الخطوط الحديدية يميل إلى استخدام الكبول (الحبال السلكية) المعلقة عاليا فوقها. ويتم تناول التيار بواسطة لاقط محمول على ذراع سنجي (بانتوغراف) يبقي اللاقط مماسا لكبل القدرة. ويتعدل علو هذا الذراع السنجي تلقائيا في أثناء سير القاطرة حسب ارتفاع الكبل فوقها

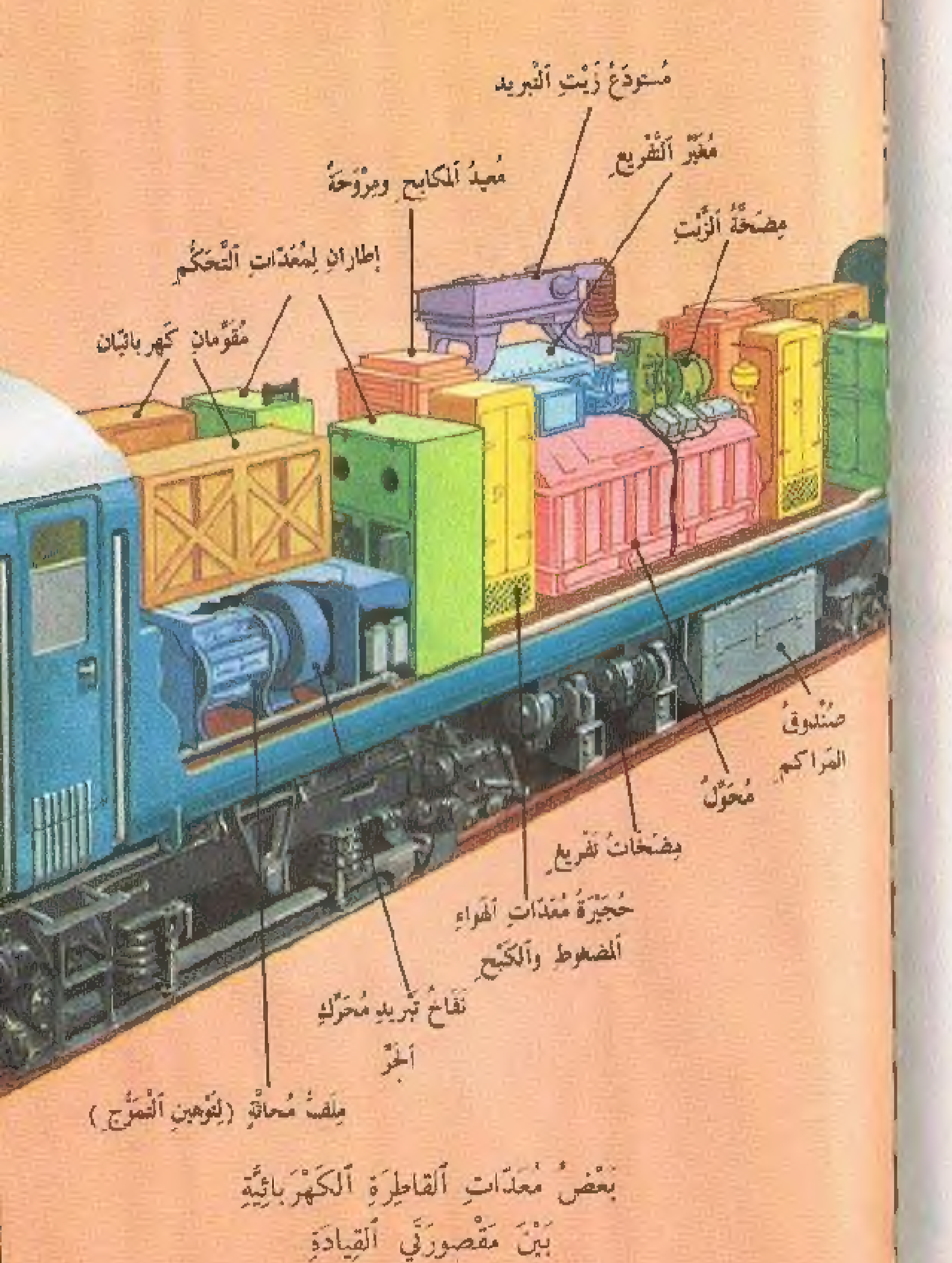


مُحَرِّكات الجرّ

مُحَرِّكات الجرّ الّتي تدفع القاطرة الكهربائيّة شبيهة جدًّا بالمحرّكات المستخدمة في قاطرة الدّيزل الكهربائيّة (أنظر صفحة ٣٠) وهي تُثبّت في ركوبة القاطرة ويستقلّ عادةً كلّ جذع (محور) يدور بمحرّكه الخاصّ.

وتعتمد قدرة (أو جهد) الجرّ في المحرّك على التيّار الّذي يسري فيه وتتناسب طرديًّا وإيّاه. فعند بدء حركة القطار من السّكون، منطلقًا من إحدى المحطّات، تستدعي الحاجة جهدًا عظيمًا وبالتّالي تيّارًا شديدًا لتحقيق ذلك (أنظر صفحة ٢٦). وبعد أن يكتسب القطار السّرعة المطلوبة تصبح الحاجة إلى جهد الجرّ أقلّ. ومن مميّزات المحرّك الكهربائيّ أنّه في أثناء دورانه يولّد فلطيّة (قوّة دافعة كهربائيّة) خاصّة به تعاكس الفلطيّة الّتي يغذّى بها. وتزداد هذه الفلطيّة الداخليّة العكسيّة في المحرّك بتزايد سرعة دورانه. وهكذا فإنّه عند ازدياد سرعة القطار تزداد سرعة دوران المحرّك وتزداد بالتّالي الفلطيّة الداخليّة المولّدة فيه، وهذه بمعاكستها لفلطيّة المنبع الّتي تغذّي المحرّك تخفض التيّار السّاري فيه، فيولّد جهدًا أقلّ.

وحين يصادف القطار حدورًا صاعدًا في سكّته تتباطأ سرعته وتتباطأ سرعة دوران محرّكات الجرّ فتقلّ الفلطيّة المعاكسة المتولّدة فيها. لكنّ انخفاض الفلطيّة المعاكسة في المحرّك يعني السّماح بمرور تيّار أشدّ فيه فيزداد جهده. وهكذا فإنّ محرّكات الجرّ تعمل كمحوّلات عزم.



بَعْضُ مُعَدّاتِ القاطِرَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ
بَيْنَ مَقْصورَتَيِ القِيادَةِ

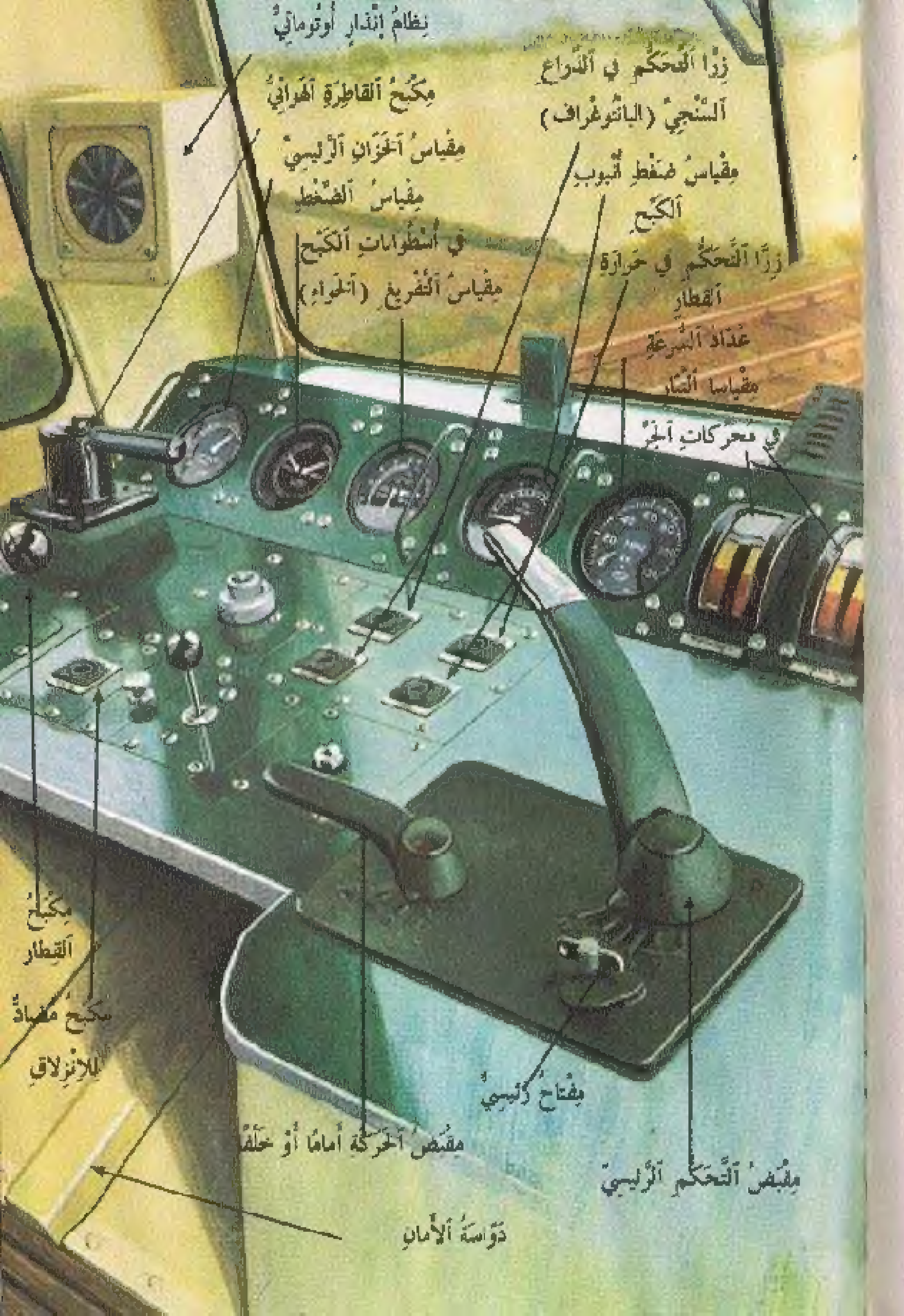
مُعَدّاتٌ أساسيّةٌ أُخْرى

نَعْرِفُ مِمّا سَبَقَ أَنَّ مُحَرِّكاتِ الجَرِّ تُسَيِّرُ القاطِراتِ الكَهْرَبائِيَّةَ وأَنَّها تَسْتَمِدُّ القُدْرَةَ الكَهْرَبائِيَّةَ مِنْ مَوْرِدٍ خارِجِيٍّ عَبْرَ قَضيبِ سِكَّةٍ مُكَهْرَبٍ أَوْ بِواسِطَةِ كَبْلٍ كَهْرَبائِيٍّ عُلْوِيٍّ يَمْتَدُّ فَوْقَ الخَطِّ الحَديدِيِّ. وما هٰذا إلّا بَعْضٌ مِنْ كُلٍّ في القاطِرَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ ، فَبَيْنَ مَقْصورَتَيِ القِيادَةِ المُتَباعِدَتَيْنِ في طَرَفَيْها تَتَوَزَّعُ مُعَدّاتٌ أَساسِيَّةٌ لا يُمْكِنُ لِلقاطِرَةِ أَنْ تَعْمَلَ بِدونِها.

فَهُنالِكَ ضاغِطٌ ذو مُحَرِّكٍ كَهْرَبائِيٍّ لِتَزْويدِ المَكابِحِ الهَوائِيَّةِ في القاطِرَةِ بِالهَواءِ المَضْغوطِ ، ونَهْبِيَّةُ الخَواءِ لِلْمَكابِحِ الخَوائِيَّةِ في القِطارِ وتَشْغيلِ بَعْضِ أَجْهِزَةِ القِيادَةِ في القاطِرَةِ. والمَراوِحُ الهَوائِيَّةُ ضَرورِيَّةٌ لِدَفْعِ هَواءِ التَّبْريدِ عَبْرَ مُحَرِّكاتِ الجَرِّ الدّائِبَةِ العَمَلِ. كَذٰلِكَ فَإِنَّ المُحَوِّلاتِ الَّتي تَرْتَفِعُ حَرارَتُها بِتَحْويلِ الفُلْطِيَّةِ العالِيَةِ التَّوَتُّرِ إلى فُلْطِيَّةٍ تُلائِمُ مُحَرِّكاتِ الجَرِّ بِحاجَةٍ إلى مِضَخَّةٍ تُداوِلُ حَوْلَها زَيْتَ التَّبْريدِ. وهُنالِكَ أَيْضًا مُقَوِّماتٌ كَهْرَبائِيَّةٌ تُحَوِّلُ التَّيّارَ المُتَناوِبَ إلى تَيّارٍ مُسْتَمِرٍّ تَعْمَلُ بِهِ بَعْضُ أَجْهِزَةِ القاطِرَةِ. وتَمَسُّ الحاجَةُ إلى مُوَلِّدٍ كَهْرَبائِيٍّ لِشَحْنِ المَراكِمِ (البَطّارِيّاتِ) وتَوْليدِ التَّيّارِ لِإنارَةِ عَرَباتِ القِطارِ.

ولا بُدَّ مِنْ جِهازِ تَدْفِئَةٍ فَعّالٍ يُحافَظُ بِهِ عَلى دِفْءِ القِطارِ في الطَّقْسِ البارِدِ.

كُلُّ هٰذِهِ التَّجْهيزاتِ تَحْمِلُها القاطِرَةُ. وَهِيَ وإِنِ اخْتَلَفَتْ تَصاميمُها مِنْ قاطِرَةٍ إلى أُخْرى فَإِنَّها تَظَلُّ ضَرورِيَّةً ومُهِمَّةً مِنْ أَجْلِ الأَداءِ الفَعّالِ في القِطارِ الكَهْرَبائِيِّ الحَديثِ.

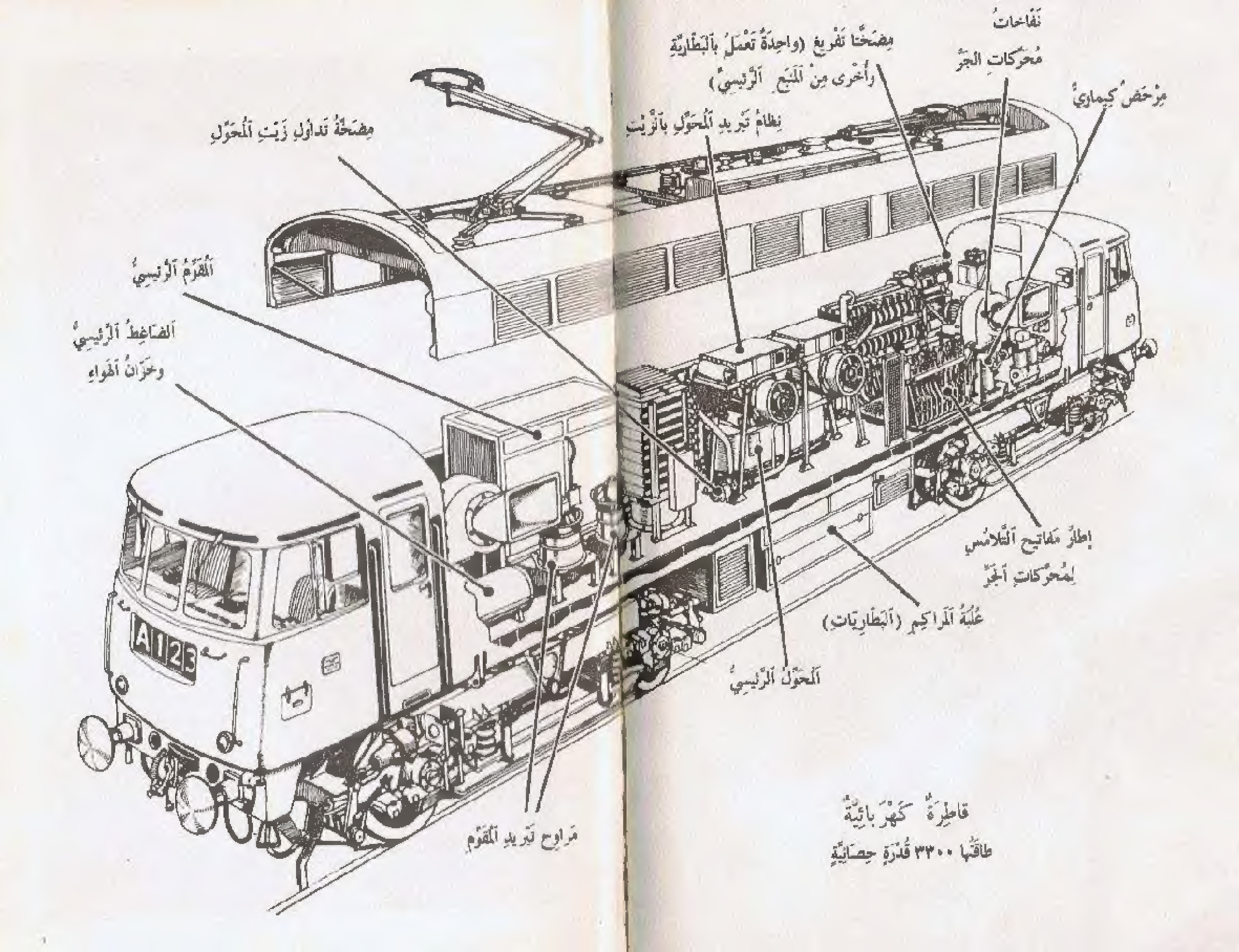


مَقْصُورَةُ ٱلقِيادَةِ ومُعَدّاتُها في ٱلقاطِرَةِ ٱلكَهْرَبائِيَّةِ

تَتَمَيَّزُ مَقْصُورَةُ ٱلقِيادَةِ في ٱلقاطِرَةِ ٱلكَهْرَبائِيَّةِ بِنَظافَتِها وأَناقَتِها وهُدُوئِها ٱلَّذي يَكادُ يَكُونُ تامًّا ، بِٱسْتِثْناءِ صَلِيلِ ٱلعَجَلاتِ ٱلدّارِجَةِ عَلى ٱلخَطِّ ٱلحَدِيدِيِّ – بِخِلافِ ما هِيَ عَلَيْهِ ٱلحالُ في حُجْرَةِ ٱلقِيادَةِ في ٱلقاطِرَةِ ٱلبُخارِيَّةِ حَيْثُ مُسْتَوْدَعُ ٱلفَحْمِ ٱلحَجَرِيِّ يَثُورُ عَجاجُهُ وٱلوَقّادُ يَتَصَبَّبُ عَرَقُهُ وٱلأَوْساخُ تَعُمُّ ٱلمَكانَ .

يُواجِهُ سائِقَ ٱلقاطِرَةِ ٱلكَهْرَبائِيَّةِ لَوْحَةُ قِيادَةٍ حافِلَةٌ بِمَفاتِيحِ ٱلتَّحَكُّمِ وٱلأَقْراصِ ٱلمُدَرَّجَةِ ٱلمُلَوَّنَةِ وغَيْرِ ٱلمُلَوَّنَةِ وٱلعَدّاداتِ وأَجْهِزَةِ ٱلقِيادَةِ ٱلسَّهْلَةِ ٱلتَّشْغِيلِ . وتُيَسِّرُ لَهُ نَوافِذُ ٱلمَقْصُورَةِ ٱلواسِعَةُ ٱلمُجَهَّزَةُ بِٱلمَسّاحاتِ رُؤْيَةً شامِلَةً مُمْتازَةً لِلخَطِّ ٱلمُمْتَدِّ أَمامَهُ . وبِٱسْتِطاعَتِهِ وهُوَ يَقُودُ ٱلقِطارَ مِنْ مَقْعَدِهِ مُراقَبَةُ عَمَلِ ٱلمُعَدّاتِ ٱلمُخْتَلِفَةِ وحُسْنِ أَدائِها مِنْ خِلالِ أَجْهِزَةِ ٱلقِياسِ في لَوْحَةِ ٱلقِيادَةِ أَمامَهُ . وتَبْقَى قَدَمُ ٱلسّائِقِ ضاغِطَةً عَلى دَوّاسَةِ ٱلأَمانِ ما دامَ ٱلقِطارُ مُنْطَلِقًا في سَيْرِهِ ، فَذٰلِكَ تَدْبِيرٌ وِقائِيٌّ لِلتَّحَكُّمِ في آلِيَّةِ ٱلكَبْحِ إِذا ما تَعَرَّضَتْ لِعُطْلٍ طارِئٍ (أُنْظُرْ صَفْحَةَ ٣٨) .

وتُنَظَّمُ سُرْعَةُ ٱلقاطِرَةِ بِواسِطَةِ مِقْبَضِ ٱلقِيادَةِ ٱلرَّئِيسِيِّ ٱلَّذي يَتَحَكَّمُ في ٱلفُلْطِيَّةِ ٱلَّتي تَتَغَذّى بِها مُحَرِّكاتُ ٱلجَرِّ . فَبِتَقْدِيمِ ٱلمِقْبَضِ أَمامًا تَزْدادُ ٱلفُلْطِيَّةُ ٱلَّتي تُغَذّي مُحَرِّكاتِ ٱلجَرِّ . ويَنْبَغي تَحْرِيكُ ٱلمِقْبَضِ تَدْرِيجِيًّا لِأَنَّ تَسْلِيطَ كامِلِ ٱلقُدْرَةِ عَلى مُحَرِّكاتِ ٱلجَرِّ بِسُرْعَةٍ زائِدَةٍ يُسَبِّبُ ٱنْزِلاقَ عَجَلاتِ ٱلقاطِرَةِ وتَزَحُّفَها فَوْقَ ٱلسِّكَّةِ ٱلحَدِيدِيَّةِ .



قاطِرَةٌ كَهرَبائيّةٌ
طاقَتُها ٣٣٠٠ قُدرَةٍ حِصانيّةٍ

سلسلة «كيف تعمل ...»

١ – اَلكاميرا
٢ – اَلسَّيارَةُ
٣ – اَلتِّلفون
٤ – اَلتِّلفِزْيون
٥ – اَلصّاروخُ
٦ – اَلحاسِبَةُ الإِلِكْتِرونِيَّةُ
٧ – اَلحوّامَةُ
٨ – المِرْقَبُ (اَلتِّلِسْكوبُ)
وَالمِجْهَرُ (الميكْروسْكوبُ)
٩ – اَلطّائِرَةُ
١٠ – اَلقاطِرَةُ
١١ – اَلدَّرّاجَةُ النّارِيَّةُ
١٢ – اَلآلاتُ الزِّراعِيَّةُ

Series 654 Arabic
